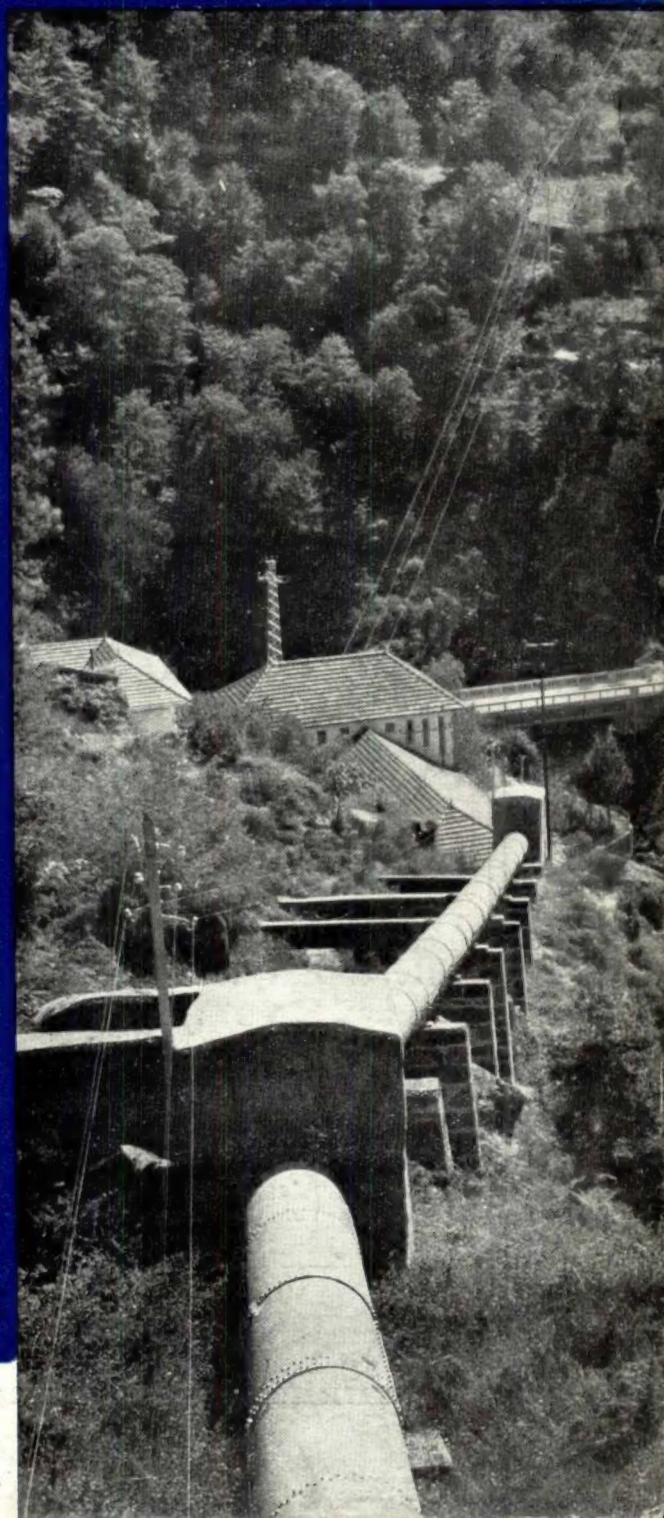
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 183 - Maio - 1948

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMÉRCIO, 56, 3.º
LISBOA

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de todas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
183
Maio—1948

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 70144 (linha 50)

DIRECTOR
FERNANDO JÁCOME DE CASTRO

ADMINISTRADOR
HENRIQUE ESTÁCIO MARQUES

BIBLIOTECÁRIO
JAIME ORNELAS CAMACHO

SECRETÁRIO
JOSÉ MARIA AVILLEZ
A. ACCIAIOLLI

NÚMERO AVULSO 7$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	21$00	40$00	75$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	45$00	80$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.DA
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

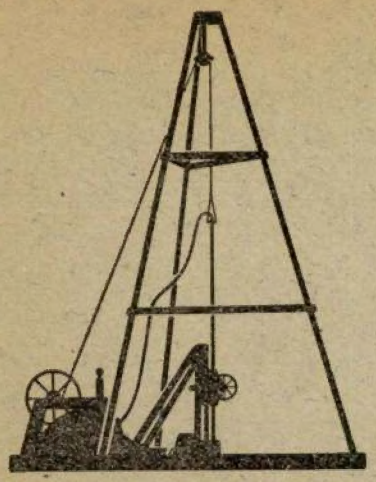
SUMÁRIO

CAPA — Central da Ponte de Jugais — Empresa Hidro-Eléctrica da Serra da Estrela

		Págs.
Breves notas sobre o ensino no I. S. T.	Fernando Jácome de Castro	937
Peneiração. Classificação. Separação por densidades. Separação magnética e eléctrica	Eng.º Luís A. de Almeida Alves	945
O aproveitamento da água na Ilha da Madeira	Eng.º M. R. Amaro da Costa	959
Contribuição para a tecnologia da indústria do sal	Eng.º Antera Valeriana de Seabra Geada	971
Notas à excursão dos alunos do 6.º ano de minas a França e Espanha (curso de 1946-47)	José Rogado e Fernando Freitas	985
Achados vegetais na perfuração de um túnel na Ilha da Madeira	Eng.º M. R. Amaro da Costa	993
Biblioteca		995

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

SONDAGENS RODIO, Limitada



RODIO

Sondagens geológicas, estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geotécnico

Pesquisas de água.

Consolidação e impermeabilização de terrenos e de obras por meio de injecções de cimento, produtos químicos, argila activada, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

Estacas de betão armado, sistema **Ródio** moldadas no solo sem trepidações.

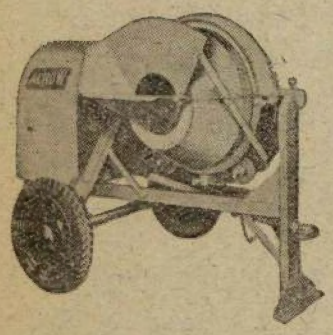
Rebocos comprimidos por «**cement gun**»

Fundações em terrenos difíceis quer por congelação artificial, quer por abaixamento do lençol de água.

As melhores referências no país e no estrangeiro

Sócio gerente residente em Portugal:
Walter Weyermann, Eng. civil

R. S. Mamede ao Caldas, 22, 3.º — LISBOA Tel. 2 8685



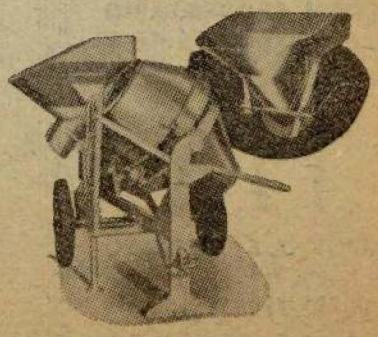
ACROW

150 LITROS

As únicas betoneiras de 150 litros, equipadas com tremonha doseadora de materiais, permitindo trabalho contínuo, isto é o s/**rendimento aumentado em 50 %**; chassis montados sobre molas e rodado sobre pneus, permitindo **a mais fácil deslocação.**

MOTORES

A GASOLINA



Entrega imediata, no armazém do representante exclusivo para Portugal

Telef. 2 2001 / 2 6633

Henry M. F. Hatherly, Ltd.ª

Rua do Comércio, 8-5.º — LISBOA

WILD

APARELHOS DE ALTO RENDIMENTO PARA
TOPOGRAFIA GEODESIA FOTOGRAMETRIA

EFICIÊNCIA **ROBUSTEZ**

COMPROVADAS POR MUITAS CENTENAS DE INSTRUMENTOS

vendidos em Portugal e Colónias, a maior parte dos quais ainda em serviço após anos de trabalho intensivo

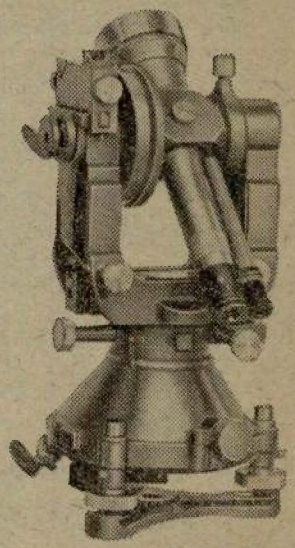
Nível pequeno **N I**
» médio **N II**
» de precisão **N III**

Teodolito-bússola **T 0**
» repetidor **T 1**
» universal **T 2**
» de precisão **T 3**
» astronómico **T 4**

Alidade com prancheta
Estádia de invar
Telémetros

Foto-teodolito
Câmaras fotográficas
Restituidores

Goniómetros e outros instrumentos topográficos militares



TEODOLITO DE ALTA PRECISÃO WILD T3

NOS NOSSOS ESCRITÓRIOS ESTAO À DISPOSIÇAO DOS INTERESSADOS AS LISTAS DOS COMPRADORES

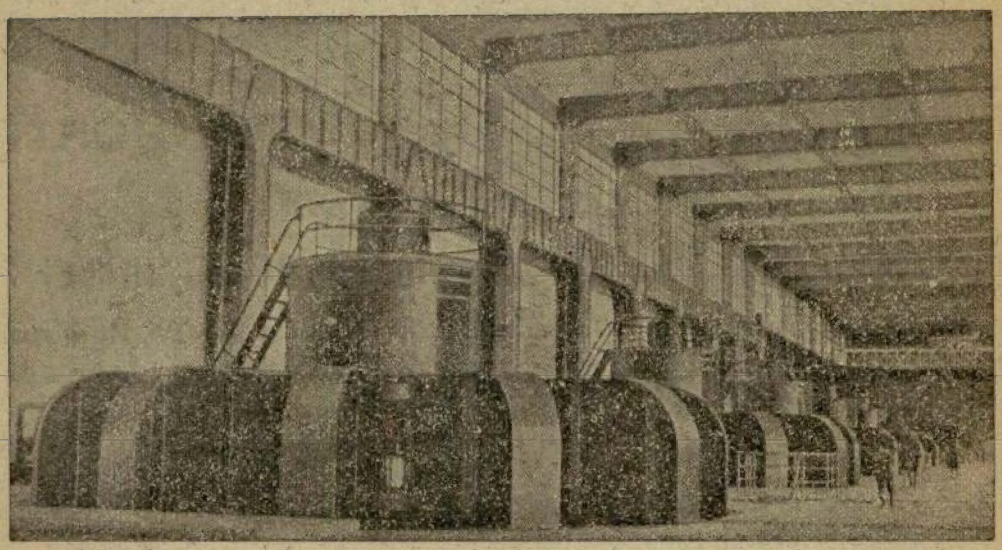
Representantes e Depositários

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
R. EUGÉNIO DOS SANTOS, 75 TELEF. 2 4314/15 LISBOA

WILD
HEERBRUGG

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Central hidroeléctrica com 5 geradores General Electric
de 77.500 kVA, 88 r. p. m., cada um

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão Centrais termo e hidroeléctricas. Instalações para melhorar o factor potência. Tracção eléctrica. Máquinas, Transformadores e Electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Condutores eléctricos. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas. Emissores e receptores para T. S. F. Aparelhagem de Electro-Medicina. Instalações de Som.

GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, S. A. R. L.

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

●

CONDUTORES ELÉCTRICOS

C E L

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

●

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

LISBOA

OERLIKON

Máquinas e aparelhos eléctricos de todo o género

Representante Geral para Portugal e Colónias

P. BELLASI

Pôrto // Rua Sá da Bandeira, 494, 3.° // Telefone 21968

Central sbuterrânea de Innertkirchen (Suíça), equipada com três alternadores Oerlikon, de 52 250 kVA, 428 r. p. m., cada um. Estes alternadores verticais são os geradores mais potentes da Suíça

PRODUTOS OERLIKON

Equipamentos eléctricos completos para centrais termo e hidroeléctricas, subestações e instalações de distribuição. Accionamentos eléctricos especiais para todas as indústrias. Geradores, motores, transformadores, reguladores de indução, comutadores, rectificadores de vapor de mercúrio, equipamentos para soldadura eléctrica por arco. Electrolizadores para a produção de hidrogénio e oxigénio. Aparelhos de manobra e protecção para alta e baixa tensão, reguladores automáticos de tensão, relés, pára-raios. Turbinas de vapor e turbo-geradores, ponte-gruas, compressores. Equipamentos eléctricos para locomotivas, automotoras, veículos diesel-eléctricos, locomotivas de acumuladores, tranvias, troleibus, funiculares e teleféricos, etc.

TÉCNICA

FERNANDO JÁCOME DE CASTRO

DIRECTOR

ANO XXIII - N.º 183 MAIO 1948

BREVES NOTAS SOBRE O ENSINO NO I. S. T.

POR FERNANDO JÁCOME DE CASTRO

(do curso de eng. civil)

C. D. 378

No último número da «Técnica» publicámos um artigo do Eng.º F. Vasco Costa, em que o autor nos apresenta algumas das impressões colhidas na Universidade de Cornell, durante o período em que, como bolseiro do I. A. C., teve ocasião de aí trabalhar. Depois de ler essas páginas, em que se indicam a traços largos, a organização e modo de funcionamento dessa universidade, especialmente da sua faculdade de engenharia, parece-nos que a ninguém, interessado no progresso do I. S. T., deixará de ocorrer a possibilidade de adaptar à nossa Escola algumas das medidas que lá tão bons resultados parecem dar.

Sem dúvida seria irreflecção de graves consequências pretender a simples adopção de todo o sistema, desprezando as profundas diferenças existentes entre os indivíduos que frequentam as duas escolas e entre os meios em que são lançados ao sair delas.

Referimo-nos apenas a um certo número de factos a que, julgamos, seria de benéficos resultados dedicar um pouco de atenção, procurando determinar até que ponto pequenas modificações operadas sobre eles poderiam melhorar o ensino no I. S. T., elevando o seu nível e aumentando-lhe o rendimento.

Poderá a muitos parecer arrojo da nossa parte o virmos apontar deficiências ou atrevermo-nos a sugerir correcções em assuntos superiormente orientados por personalidades de reconhecida autoridade e valor.

Mas somos movidos pelo desejo desinteressado de, dentro das nossas possibilidades, contribuir para a elevação da Escola. Julgamos que a apresentação de pontos de vista de alunos, a quem tão directamente dizem respeito os problemas da escola, não pode deixar de contribuir para uma melhor resolução dos problemas, muito embora tais pontos de vista possam ser influenciados pelo entusiasmo e pouca experiência próprios da idade de quem os apresenta.

Deve ainda notar-se que os pontos focados, sugeridos pela comparação entre a escola americana e a portuguesa, não são novos: encontramo-los estudados por A. Bensaúde organizador do Instituto, há mais de 30 anos.

* * *

A grande diferença encontrada entre a universidade americana e o Instituto é «o grande interesse, digamos mesmo afinco, com que professores e alunos da Cornell diligenciam tornar o ensino universitário o mais proveitoso possível». Embora apontemos apenas a diferença entre a Cornell e o I. S. T., estamos convencidos de que ela se alarga a muitas outras escolas portuguesas; pelo que respeita aos alunos, não temos dúvida de que o desinteresse manifestado por inúmeras cadeiras dos respectivos cursos não é apanágio dos do I. S. T. Para muitos professores, a regência da cadeira representa apenas um acréscimo de trabalho, difìcilmente encaixado entre os seus múltiplos afazeres.

A par desta diferença existem outras também importantes: a que se verifica nas relações entre professores e alunos, ìntimamente relacionada com a primeira, e a diferença entre tempos de aulas.

Estamos convencidos de que, fazendo desaparecer a primeira e diminuindo convenientemente as outras duas melhorariam consideràvelmente as condições de ensino no Instituto.

* * *

A maioria dos alunos portugueses passa grande parte dos seus cursos estudando matérias que, com ou sem razão, reputa inúteis. Nesta convicção o estudo destina-se a passar e não a aprender. Não se procura o saber mas sim um diploma.

Nalgumas palavras que precediam a publicação das «Notas histórico-pedagógicas sobre o I. S. T.» do prof. Alfredo Bensaúde, fazia-se uma referência ao progresso da escola, nos seguintes termos:

«Esse progresso, é evidente, manifestar-se-á sobretudo por uma elevação e actualização constantes dos métodos de ensino nela adoptados, através dos assuntos versados e dos meios materiais indispensáveis a estes».

Tal progresso é, evidentemente, impossível sem um vivo interesse da parte do corpo docente, apoiado por interesse não menor dos alunos.

O desinteresse manifestado pelos alunos (e deve notar-se que nos referimos a uma maioria, incluindo mesmo muitos dos chamados bons alunos) tem, a nosso ver, dois aspectos distintos: o que surge em face das cadeiras de cultura geral, consideradas preparatórias e o que se manifesta contra as cadeiras de especialidade.

Quanto ao primeiro, na maior parte dos casos injustificado, é talvez devido ao facto de os conhecimentos ministrados nessas cadeiras serem seleccionados e apresentados sem qualquer preocupação de mostrar como e porquê podem vir a ser úteis na prática. Só muito mais tarde, nos últimos anos do curso ou mesmo já no exercício da profissão,

o aluno vem a sentir a falta dos conhecimentos que então desprezou. Além disso, em certos casos, é maior a preocupação do professor em expor um certo volume de matéria do que em averiguar se ela é assimilada pelos alunos. Enquanto em Cornell «o ensino é orientado de modo a que todos os alunos fiquem aptos a utilizar com segurança tudo quanto aprendem nas aulas» é notória a dificuldade que muitos alunos do I. S. T. encontram em aplicar à prática a maior parte dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas.

O desinteresse perante as cadeiras da especialidade é, em certos casos, justificado pela maneira como os programas são desenvolvidos.

Na impossibilidade de, em cerca de 70 horas de aula, expor tudo o que se refere a uma dada especialidade, adopta-se o critério de desenvolver em profundidade um ou dois capítulos, desprezando pràticamente todos os outros. Assim é inevitável o desinteresse do aluno: se, como muitas vezes acontece, orienta a sua vida profissional num ramo diferente daquele a que se refere essa cadeira, o estudo detalhado e fastidioso desses pormenores, é-lhe completamente inútil; se se especializar exactamente nesse ramo, o que evidentemente será menos frequente, o conhecimento pormenorizado de um capítulo ser-lhe-á quase tão insuficiente como nada.

Julgamos que não tem lugar entre nós a solução extrema de tornar facultativas todas, ou quase todas as cadeiras de especialidade: o que é uma medida de defesa em face da enorme especialização que se verifica nos E. U. deixa de ter sentido num meio em que o engenheiro é obrigado a encarar os problemas de uma maneira mais geral. Mas parece-nos que seria vantajoso desenvolver essas cadeiras em superfície, apontando todos os capítulos, acentuando bem a importância de cada um, ilustrando-as com citações e documentação referente a casos concretos, de modo a convencer o aluno da sua utilidade e actualidade, levando-o assim a um estudo interessado, certamente de muito maior rendimento. Tal sistema permitira ainda, em alguns casos, reduzir a extensão do programa, diminuindo o tempo de aulas que é, por vezes, exagerado.

A par destas cadeiras gerais, de interesse para todos os alunos, poderiam, dentro de cada especialidade ou apenas naquelas em que fosse considerado oportuno, existir outras, facultativas, em que se fizesse o estudo muito especializado de certos problemas concretos; poderiam mesmo estas cadeiras ser constituídas por séries de conferências feitas por especialistas, como, há pouco tempo ainda, alvitrou, num artigo publicado na «Técnica», o actual director do I. S. T. Tais cursos, altamente especializados, seriam apenas frequentados por aqueles que lhes reconheciam a utilidade e para eles já se encontrassem apetrechados com a preparação indispensável o que permitiria um alto rendimento.

De resto há no Instituto algumas cadeiras facultativas para certas classes de alunos, como, por exemplo, as de Geologia e Aeronáutica, e os resultados obtidos pelos que as frequentam parecem confirmar o que se disse atrás.

* * *

Nos outros dois pontos indicados, tempo de aulas e relações entre professor e aluno, não é muito menor a diferença entre o que se passa numa e noutra escola.

No I. S. T. são vulgares os horários que indicam 44 h de aula semanais e encontram-se mesmo alguns com 48; em Cornell os alunos têm cerca de 20 horas de aulas, mas estes,

«embora apenas com cerca de metade das horas de aula dos alunos do I. S. T., estudam mais que estes últimos».

Cremos mesmo que é pelo facto de terem menos horas de aula que estudam mais, sobretudo se tivermos em mente que eles frequentam a universidade para aprender e não por capricho das famílias ou para se intitularem universitários.

Quando em 1911 se fundou o Instituto, logo se estabeleceram horários macissos com o fim de manter o aluno num ambiente de trabalho, capaz de o preparar para enfrentar as dificuldades da vida profissional. Admitia-se porém, como fundamental, que o aluno aprendia nas aulas teóricas e aplicava nas práticas os conhecimentos adquiridos. Assim, o seu trabalho fora da escola seria bastante leve. Actualmente não é bem isso que se verifica; em muitas aulas teóricas a maioria dos alunos não aproveita nada, limita-se a tirar apontamentos ou anotar nas folhas de que dispõe o que é ou não dado pelo professor; empenhado neste trabalho de escriba não pode seguir os raciocínios da exposição e chega ao fim da aula com uma ideia muito vaga do que foi dito.

Depois das 8 horas de aula do dia, o aluno chega a casa com muito mais desejo de descanso do que entusiasmo para o trabalho. Sem um estímulo suficientemente forte, relaxa-se e começam a amontoar-se as lições atrazadas. A aula teórica perde o pouco interesse que ainda tinha e é abandonada.

Um pouco mais de tempo livre e um ligeiro estímulo, representado, por exemplo, por pequenos interrogatórios feitos na aula sobre assuntos gerais anteriormente expostos, permitiria ao aluno manter-se em dia com as matérias ensinadas. Nessas condições já a exposição viria sugerir dúvidas que dariam lugar a explicações do professor por certo muito mais interessantes do que a simples exposição ou leitura.

Por outro lado, se a par disto, os professores dispusessem de mais tempo para dedicar à escola, poderiam os alunos procurá-los para lhes exporem as suas dificuldades e pedir esclarecimentos ou conselhos. E de um maior contacto entre professor e aluno só poderia resultar uma melhoria no ensino. Infelizmente a maior parte dos professores, acabada a hora de aula, sai imediatamente da escola para atender as suas outras ocupações. Há mesmo quem tenha afirmado que, acabada a aula, deixa de ser professor...

O problema da *falta de tempo* tem um outro aspecto de grande importância, que parece não ser considerado convenientemente: apenas nos primeiros anos se prevêem nos horários tempos destinados à cultura física que já o organizador do Instituto considerava indispensável. Os alunos dos restantes anos apenas têm a possibilidade de praticar qualquer exercício à hora do almoço.

Nestas condições, o clássico desideratum «mens sana in corpore sano» fica muito longe de ser atingido, verificando-se até, por vezes, um irremediável desiquilíbrio entre o desenvolvimento do corpo e do espírito.

* * *

Parece estar fora de discussão que I. S. T. atravessa uma crise. Compete ao Conselho Escolar do Instituto vencê-la; julgamos mesmo que só ele, dispondo de poder e da autonomia indispensáveis, poderá fazê-lo.

É interessante verificar como, embora escritas há perto de 30 anos, as «Notas histórico-pedagógicas» de A. Bensaúde, se mantêm cheias de actualidade; lá se refere a possibilidade de crises como a actual, se apontam as causas e indicam os modos de as vencer.

Já no actual ano lectivo se tomaram certas medidas nesse sentido mas não se atingiram as causas do mal.

Seria, por certo, impossível remediar os males apontados com uma organização rígida, uniformizada e centralizadas como por exemplo a do ensino secundário. O progresso numa escola superior só se consegue à custa de uma evolução e actualização constantes, impossíveis sem uma larga autonomia pedagógica. Tornar as escolas dependentes umas das outras arrastaria à rotina, inimiga de todo o progresso.

Lembremos que, na Universidade de Cornell, a faculdade de engenharia se encontra dividida em 4 colégios gozando de grande independência pedagógica.

* * *

O excesso de população escolar nos primeiros anos, principalmente no 1.º, tem, ùltimamente, causado perturbações no funcionamento normal dos cursos.

Quando o Instituto foi fundado criaram-se meios para evitar que essas vagas penetrassem na escola sem a necessária selecção: as provas de admissão em que cada aluno mostrava os elementos de que dispunha para iniciar o seu curso e uma cuidadosa e rigorosa selecção durante o 1.º ano do mesmo curso. Julgamos que estes dois meios só podem ser eficazes quando se completem, desempenhando cada um a sua função bem definida: as provas de admissão impedindo a entrada aos que não disponham de um mínimo indispensável de conhecimentos, a selecção no 1.º ano permitindo apenas a continuação àqueles que sejam susceptíveis de se tornarem *engenheiros*.

Exames de admissão exageradamente simplificados, ou mesmo suprimidos, permitem a existência no 1.º ano de uma enorme massa de alunos de que apenas 20 ou 25 % aproveitam a frequência. Os restantes esqueceram completamente parte das noções aprendidas no liceu e conservam das restantes tão pouco, que se mostram completamente incapazes de as aplicarem aos novos problemas que lhes são postos. Esta maioria acaba por desistir após 2 ou 3 anos de trabalho (?) estéril, sem qualquer utilidade para si e com considerável prejuízo do curso.

* * *

Um outro problema ainda, parece ser considerado de grande importância, embora não tenhamos descoberto porquê.

Referimo-nos ao problema das transferências. Quase que se chega ao ponto de alterar programas, só para que se possam efectuar transferências...

Há duas espécies de indíviduos, a quem interessam as transferências: em primeiro lugar aqueles que, tendo tirado um determinado curso ou parte dele, pretendem matri-

cular-se numa outra escola para completar ou prosseguir os seus estudos e desejam ser dispensados de repetir cadeiras já tiradas; depois os que, tendo por qualquer razão escolhido um determinado curso, pretendem tirar cada uma das cadeiras na escola em que ela é mais facilitada, por ser aí considerada de menos importância ou por qualquer outra razão acidental.

Os primeiros, que são certamente pouco numerosos, merecem geralmente que o seu caso seja devidamente considerado, ao abrigo de uma lei geral, que já existe.

Facilitar as pretensões dos últimos, que são em maior número, parece-nos contra-indicado para aumentar o prestígio das escolas.

Reconhecendo, portanto, que, conquanto em pequeno número, há casos em que é justa a transferência de um aluno de uma para outra escola, não podemos todavia aceitar a simples equivalência de todas as cadeiras com nomes iguais ou semelhantes e, muito menos, a identificação dos programas das mesmas. As diferenças fundamentais entre os cursos de que fazem parte implicam uma diferente orientação no programa dessas cadeiras; parece evidente que, por exemplo, a química ensinada a um estudante de medicina ou a um de engenharia devem ser completamente diferentes. Exigindo o número de alunos a coexistência de várias cadeiras versando o mesmo assunto, julgamos vantajoso que se imprima a cada uma delas uma orientação diferente, de modo a apresentarem, no seu conjunto, uma maior fonte de conhecimentos.

Tal diferença na orientação das cadeiras não seria, para muitas delas, um obstáculo à equivalência, desde que o nível em que os assuntos fossem tratados se mantivesse igualmente elevado. O aluno transferido ficaria temporàriamente numa situação de inferioridade por as cadeiras já tiradas não terem sido orientadas para o novo fim em vista, mas a vontade de prosseguir, que justificara a transferência, leva-lo-ia a despender um esforço adicional para se pôr a par dos novos colegas.

É justo que o sacrifício caiba àquele que goza da regalia.

Há porém cadeiras em que as diferenças de orientação devem ser tão profundas que não permitem, de modo algum, considerá-las equivalentes: desenho por exemplo.

É nas cadeiras chamadas preparatórias que este problema atinge maior importância.

A nosso ver, a maior parte delas deve ter programas estabelecidos de acordo com o curso em que estão incorporadas. Há todavia algumas em que uma uniformização não traria grandes inconvenientes. Resta saber se apresentaria algumas vantagens...

Muitas vezes se tem debatido o problema, julgamos que sem resultado prático, de saber se os preparatórios devem ser ministrados na própria escola ou numa faculdade de ciências.

A favor da 1.ª hipótese estão as razões já apontadas e ainda o facto de que, assim, se consegue incutir no aluno, desde o princípio, o amor à escola e o espírito da profissão.

Manifestam-se ainda a favor desta solução os resultados obtidos nas escolas em que ela é adoptada.

Uma faculdade de ciências capaz de ministrar preparatórios a todos os cursos de ciências, teria, pelo menos em princípio, a grande vantagem de permitir o contacto entre estudantes das diferentes especialidades que, trabalhando lado a lado, criariam relações, aprenderiam a avaliar melhor o trabalho uns dos outros e alargariam, de certo, o âmbito dos seus pontos de vista. É natural que isto se consiga numa grande universidade em

que as relações entre alunos se estendam à sua vida extra-escolar ou ainda no caso do número total de alunos ser tão reduzido que venha a constituir com os professores como que uma grande família. Mas alcançariam essa vantagem os alunos do I. S. T. no caso de passarem a cursar os seus preparatórios na Universidade Clássica?

Naturalmente, tendo em conta o número de candidatos e o facto de cada curso ter cadeiras preparatórias diferentes, o funcionamento da escola levaria a agrupar em duas ou três turmas todos os futuros alunos do I. S. T. Ora como o único contacto relativamente estreito entre alunos se verifica nas aulas práticas, ou pelo menos aí tem a sua origem, os estudantes de engenharia, embora frequentando a mesma escola que os de medicina, agronomia, economia, etc., não tomam quaisquer relações efectivas com eles.

Poder-se-ia ainda defender esta segunda solução se a Faculdade de Ciências fosse constituída por uma série de institutos, dedicados às diferentes ciências (Matemática, Física, Química, etc.), dispondo cada um deles de um corpo docente inteiramente dedicado ao estudo e equipado com abundante material, de tal modo que o ensino aí ministrado o fosse com a maior eficiência.

Mas tal não acontece; antes nos parece que a Faculdade de Ciências não dispõe de instalações suficientemente amplas para poder arcar com esse aumento de população.

Além disso, esta solução não seria satisfatória para a própria Universidade Clássica; a sua Faculdade de Ciências ficaria transformada numa escola preparatória, simples ponte da passagem do curso secundário para o curso superior pròpriamente dito. Seria deturpar a sua verdadeira missão: preparar os seus próprios diplomados, capazes de, no campo da investigação e especulação científica, desempenharem o alto papel que lhes compete.

Não pode a técnica progredir sem que a ciência pura lhe forneça as ferramentas para esse progresso respondendo às interrogações levantadas ou abrindo-lhe novas perspectivas.

A especulação científica, nos nossos dias, sem a preocupação de uma aplicação, próxima ou remota, seria inútil.

A Universidade Técnica e a Clássica têm campos de acção diferentes: a sua complementaridade é horizontal, não vertical.

* * *

Resumindo:

O I. S. T. atravessa uma crise que tem de ser urgentemente vencida para não perder a posição de relevo que ainda ocupa entre as escolas superiores portuguesas.

Julgamos que só o Conselho Escolar, usando da autonomia pedagógica que lhe é conferida pelos regulamentos e dispondo de apoio moral e material de quem o pode fornecer, está em condições de tomar as medidas que se impõem.

É fundamental fazer desaparecer a opinião, corrente entre os alunos, de que a maior parte dos assuntos estudados *não serve para nada,* dando nova orientação

aos programas e ao modo como são desenvolvidos, reduzindo os de umas cadeiras, actualizando os de outras, criando mesmo algumas cadeiras novas, sem nunca deixar de ter presente que o fim visado é formar futuros engenheiros e não facilitar as transferências. Seria desastrosa uma unificação baseada nesta última hipótese por anular todas as possibilidades de progresso.

É igualmente urgente, a resolução do delicado problema de preencher convenientemente, todas as vagas que se encontram em aberto nos lugares de professores catedráticos.

Não deve ser posta de lado a necessidade de os alunos disporem de tempo para estudar e praticar a cultura física.

"NEYRPIC"

ATELIERS NEYRET-BEYLIER & PICCARD-PICTET

GRENOBLE

EQUIPAMENTOS DE QUEDAS DE ÁGUA

LABORATÓRIO DE ENSAIOS HIDRÁULICOS

EQUIPAMENTOS DAS GRANDES BARRAGENS

HIDRÁULICA AGRÍCOLA — REGA

Descarga de fundo da Barragem de Santa Luzia da Companhia Eléctrica das Beiras
Uma válvula — Borboleta de segurança de 2 metros de diâmetro
Uma válvula — Borboleta de descarga estanque de 1m,80 de diâmetro

SOCIEDADE PORTUGUESA

NEYRET-BEYLIER & PICCARD-PICTET, L.DA

Avenida Duque de Loulé, 95 LISBOA Telefone 4 6889

AUTOMÁTICA ELÉCTRICA PORTUGUESA

S. A. R. L.

Séde — RUA ANTÓNIO MARIA CARDOSO, 60 }
Fábrica — RUA DO TELHAL AOS OLIVAIS } LISBOA

associada da

AUTOMATIC TELEPHONE & ELECTRIC C° LTD.

LONDRES **LIVERPOOL**

Sistema de Telecomunicação e de Sinalização por correntes fracas

Aparelhagem telefónica automática «STROWGER» mundialmente conhecida — para grupos de redes completos ou centrais isoladas. ◆ Telefones de sistema manual e aparelhagem das respectivas estações. ◆ Sistema de transmissão telefónica por «alta frequência», simples ou múltiplos, e aparelhagem acessória. ◆ Cabos telefónicos e aparelhagem acessória — Interurbanos. Regionais e locais. ◆ Instalações de vigilância e contrôle a distância. ◆ Telefones e sinalização para minas. ◆ Aparelhos «ELECTROMATIC» reguladores de tráfego de veículos e outra aparelhagem.

Fornecedores: Da *Administração Geral dos Correios, Telégrafos e Telefones:* para a automatização do sistema telefónico do País.

Do *Ministério das Colónias:* para a automatização do sistema telefónico das cidades de Luanda, Lourenço Marques, e Beira.

Da *Companhia dos Telefones:* para a rede telefónica das cidades de Lisboa e Porto.

Peneiração. Classificação. Separação por densidades Separação magnética e eléctrica

PELO ENG. QUÍMICO-INDUSTRIAL LUÍS A. DE ALMEIDA ALVES
Assistente do I. S. T.

C. D. 66

Introdução

A reunião de vários assuntos neste artigo justifica-se como consequência do pequeno desenvolvimento que interessa dar aos fundamentos teóricos de cada um. Como, por outro lado, a descrição de aparelhagem se encontra com facilidade nos livros usuais, não há interesse em detalhar muito os assuntos.

Anàlogamente ao que se referiu no caso da Moagem e da Mistura, os resultados obtidos por cálculo devem ser cuidadosamente verificados.

CAPITULO I

PENEIRAÇÃO

A — TEORIA

a) *Generalidades*

A peneiração efectua-se em peneiros que são constituídos por redes às quais se imprime um determinado movimento, com o objectivo de trazer as partículas mais finas até às malhas da rede de modo a provocar a separação entre as partículas de dimensões diferentes. O estudo da peneiração consiste em determinar a potência a instalar e as dimensões dos peneiros em função do peso P a peneirar por hora.

b) *Potência a instalar e dimensões dos peneiros*

1 — *Espessura dos fios desprezível em relação à largura das malhas*

Suponhamos, em primeira aproximação, que as partículas são todas esféricas, que as maiores têm um diâmetro igual a L e as menores igual a l e que a largura das malhas tem um valor d compreendido entre L e l. Nestas condições, as partículas de diâmetro l atravessarão a rede e as de diâmetro L ficarão retidas.

Seja a o volume total das partículas de diâmetro L e b o das partículas de diâmetro l. Consideremos o caso de uma rede plana em que a altura da mistura a separar é h e examinemos o que se passa numa camada de altura L situada sobre a rede (fig. 1).

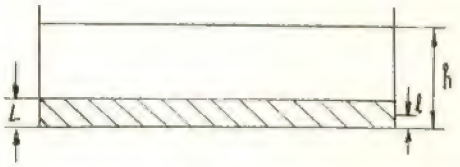


Fig. 1

Os volumes de partículas grandes e pequenas, nessa camada, serão, respectivamente, $\frac{a}{a+b}$ SL e $\frac{b}{a+b}$ SL, sendo S a superfície da rede. No entanto, o volume $\frac{b}{a+b}$ SL das partículas pequenas não está todo em contacto com a rede, mas sòmente

o volume $\frac{b}{a+b}$ Sl, que será precisamente, o volume que cai.

O volume que fica na camada considerada, depois de separado o volume $\frac{b}{a+b}$ Sl será

$$SL - \frac{b}{a+b} Sl = S\left(L - \frac{b}{a+b} l\right)$$

O volume total, que era $V = a + b$, passou a ser

$$V_1 = a + b - \frac{b}{a+b} Sl$$

e a altura da mistura tomará o valor

$$h_1 = \frac{V_1}{S}$$

O trabalho de elevação da camada de altura L para a parte superior da mistura será

$$\tau_1 = \gamma S\left(L - \frac{b}{a+b} l\right) \cdot \frac{V_1}{S} = \gamma V_1\left(L - \frac{b}{a+b} l\right),$$

sendo γ o peso específico médio da mistura.

Consideremos a nova camada de altura L em contacto com a rede e da qual se separa, de novo, um volume igual a $\frac{b}{a+b}$ Sl .

O volume total passou a ser

$$V_2 = a + b - \frac{2b}{a+b} Sl ,$$

e a altura

$$h_2 = \frac{V_2}{S}$$

O trabalho de elevação desta segunda camada será

$$\tau_2 = \gamma S\left(L - \frac{b}{a+b} l\right) \cdot \frac{V_2}{S} = \gamma V_2\left(L - \frac{b}{a+b} l\right)$$

Considerando, agora, as diferentes camadas de altura L que vão ficando, sucessivamente, sem contacto com a rede, ter-se-á, no fim de i operações

$$V_i = a + b - \frac{ib}{a+b} Sl ,$$

$$h_i = \frac{V_i}{S}$$

e

$$\tau_i = \gamma V_i\left(L - \frac{bl}{a+b}\right)$$

Se o número de camadas sobrepostas de altura L for p $\left(p = \frac{h}{L}\right)$, a última operação de elevação de cada uma destas camadas corresponderá a $p - 1$, visto que a última camada já não precisa de ser elevada por ter a composição de todas as restantes. Será, portanto

$$V_{p-1} = a + b - \frac{(p-1)b}{a+b} Sl$$

$$h_{p-1} = \frac{V_{p-1}}{S}$$

e

$$\tau_{p-1} = \gamma V_{p-1}\left(L - \frac{bl}{a+b}\right)$$

O trabalho total será

$$\tau = \sum_{i=1}^{p-1} \tau_i = \gamma\left(L - \frac{bl}{a+b}\right) \sum_{i=1}^{p-1} V_i =$$

$$= \gamma\left(L - \frac{bl}{a+b}\right)\left[(p-1)(a+b) - \frac{Sbl}{a+b} \sum_{i=1}^{p-1} i\right] =$$

$$= \gamma\left(L - \frac{bl}{a+b}\right)\left[(p-1)(a+b) - \frac{Sbl}{a+b} \frac{p(p-1)}{2}\right] =$$

$$= \gamma\left(L - \frac{bl}{a+b}\right)(p-1)\left[(a+b) - \frac{Sbl}{2(a+b)} p\right]$$

Mas $p = \frac{h}{L}$ e $a + b = Sh$, portanto,

$$\tau = \gamma\left(L - \frac{bl}{a+b}\right)\left(\frac{h}{L} - 1\right)\left[(a+b) - \frac{bl}{2L}\right]$$

A partir deste momento, a mistura fica com um volume total $V' = V_p = a + b'$, sendo

$$b' = b - \frac{pb}{a+b} Sl = b - \frac{hb}{L(a+b)} Sl = b\left(1 - \frac{l}{L}\right)$$

Admitindo que se subdivide o volume total em camadas de altura L, o trabalho total de peneiração para o novo volume será

$$\tau' = \gamma\left(L - \frac{b'l}{a+b}\right)\left(\frac{h'}{L} - 1\right)\left[(a+b') - \frac{bl'}{2L}\right],$$

sendo

$$h' = h_p$$

A mistura que se obtém no fim da segunda série de operações de separação, terá o volume

$$V'' = V'_{p'} = a + b'',$$

sendo

$$b'' = b'\left(1 - \frac{l}{L}\right) = b\left(1 - \frac{l}{L}\right)^2$$

e

$$p' = \frac{h'}{L}$$

O trabalho total será

$$\tau_t = \tau + \tau' + \tau'' + \ldots + \tau^{(m)} + \ldots$$

É evidente que, por este processo, nunca é possível efectuar uma separação completa mas o volume v de partículas finas na mistura final pode tornar-se tão pequeno quanto se queira. O número m de séries de operações a efectuar estabelece-se a partir da relação

$$b^{(m)} = v$$

ou

$$b\left(1 - \frac{l}{L}\right)^m = v$$

$$\text{ou, ainda, } m = \frac{\log \frac{v}{b}}{\log\left(1 - \frac{l}{L}\right)}$$

2 — *Influência da espessura dos fios*

A influência da espessura dos fios traduz-se na redução da área S para um valor S_1 menor tal que $S_1 = \alpha S$, em que α tem o nome de fracção de abertura da rede. A relação α determina-se, conhecendo a espessura dos fios correspondente à abertura das malhas. Há vários tipos standard de redes, dos quais os mais importantes são o das normas DIN (malhas por cm²), o da W. S. Tyler, C° do «Institute of Mining and Metallurgy» e o da «Série dos Estados Unidos» todos eles em malhas por polegada linear (¹).

Por outro lado, só passarão através das malhas da rede as partículas que não toquem nos fios e, por isso, a secção S_2 com que tem de se contar é, ainda, inferior a S_1. Para determinar S_2, é preciso calcular a probabilidade de uma partícula de diâmetro l não tocar nos fios da malha de abertura d. Como se sabe das probabilidades contínuas (²) (fig. 2), essa probabilidade tem o valor,

$$P' = \frac{(d-l)^2}{d^2}$$

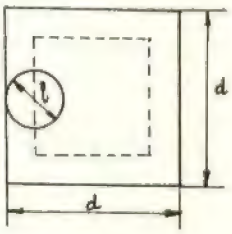


Fig. 2

Exprimindo l como fracção de d $\left(l = \frac{d}{s}\right)$, será

$$P' = \left(\frac{d-l}{d}\right)^2 = \left(1 - \frac{1}{s}\right)^2$$

Os valores de P' em função de $\frac{1}{s}$ são dados no quadro I.

QUADRO I

1/s	P'
1	0
0,9	0,01
0,8	0,04
0,7	0,09
0,6	0,16
0,5	0,25
0,4	0,36
0,3	0,49
0,2	0,64
0,1	0,81
0,01	0,98

(¹) Não se descrevem as normas destas redes por se encontrarem em vários livros sobre o assunto, por exemplo, «Las Operaciones y los Aparatos Quimicos», de Tánago, e «Chemical Engineers' Handbook», de Perry.

(²) Prática de Física Geral e Experimental — Probabilidades.

Em geral, as partículas finas não têm, todas, o mesmo diâmetro, e, por isso, o volume b das partículas de diâmetros inferiores a d, terá a composição

$$b = b_1 + b_2 + \ldots\ldots + b_q \quad ,$$

de diâmetros, respectivamente,

$$\begin{cases} l_1 = \dfrac{d}{s_1} \\ l_2 = \dfrac{d}{s_2} \\ l_q = \dfrac{d}{s_q} \end{cases}$$

Em função dos valores de l_1, $l_2 \ldots . l_q$, determinam-se as respectivas probabilidades de passagem P'_1, $P'_2 \ldots . P'_q$. A probabilidade final P será a média pesada das probabilidades parciais isto é

$$P' = \frac{P'_1 b_1 + P'_2 b_2 + \ldots\ldots + P'_q b_q}{b}$$

A área S_2 será, finalmente,

$$S_2 = P'S_1 = P'\alpha\, S$$

3 — *Dimensões dos peneiros*

O movimento da mistura a peneirar, pode obter-se fundamentalmente em três espécies de peneiros: rotativos, vibratórios e oscilatórios.

Em qualquer dos três casos, pode admitir-se, grosseiramente, como no caso dos misturadores que, em cada movimento, se efectua uma operação de separação.

O número total de operações será

$$p_t = \sum_{i=o}^{m} p^{(i)} = p + p' + \ldots\ldots + p^{(m)} \quad ;$$

se for n o número de movimentos por minuto, o tempo total expresso em minutos será

$$t = \frac{\sum_{i=o}^{m} p^{(i)}}{n}$$

Como P é a quantidade a peneirar por hora, a quantidade a moer em t minutos será

$$\frac{P}{60} \cdot t = \frac{P}{60} \cdot \sum_{i=o}^{m} p^{(i)}$$

Portanto a capacidade do peneiro terá de ser

$$V = \frac{1}{E} \cdot \frac{\sum_{i=o}^{m} p^{(i)}}{60\, n} \cdot \frac{P}{\gamma} \, ,$$

como no caso dos misturadores.

O valor de E varia com os tipos de peneiros e o volume V não deve exceder o valor máximo usual; no caso de se obter um valor de V muito elevado, constróem-se vários peneiros, cada um dos quais com um volume normal.

I — *Peneiros rotativos*

São constituídos por um cilindro cuja superfície lateral é constituída por uma rede. O grau de enchimento pode considerar-se igual ao dos misturadores de sólidos e o número de rotações pode ter o valor usual

$$n = \frac{21}{\sqrt{D}}$$

O comprimento L tem o valor habitual

$$L = D \text{ a } 3\,D$$

Em geral D varia entre $0^m,75$ e $1^m,20$.

Deve notar-se que o valor de V é determinado a partir de $\Sigma_i\, p^{(i)}$ sendo os $p^{(i)}$ funções de h; por isso, o valor de h tem de ser arbitrado antes de se efectuarem os cálculos. Em geral, faz-se $h = 0^m,1$ a $0^m,3$ e verifica-se, no fim, se as dimensões do peneiro são proporcionadas.

A altura h tem de ser considerada como a altura média, visto que a distância da superfície livre da mistura à rede é variável (fig. 3).

Representando a área da secção da mistura por A_1, será

$$h = \frac{A_1}{e} = \frac{E\,A}{e} \quad ,$$

sendo A a secção total do peneiro e E o grau de enchimento.

Ter-se-á

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$c = D \text{ sen } \frac{\alpha}{2}$$

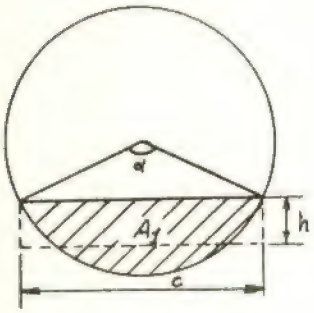


Fig. 3

Portanto

$$h = \frac{\pi E D}{4 \text{ sen } \frac{\alpha}{2}}$$

O ângulo α determina-se a partir de E, a partir da relação

$$A_1 = E A$$

Substituindo A_1 e A pelos seus valores, fica

$$\frac{\pi D^2}{8} (\alpha - \text{sen } \alpha) = \frac{\pi D^2}{4} \cdot E$$

$$\alpha - \text{sen } \alpha = 2 \pi E$$

O valor de α determina-se por tentativas. No caso de se tomar $E = 0{,}35$, vem $\alpha \sim 153°$ e sen $\frac{\alpha}{2} \sim 0{,}958$. Portanto,

$$h \sim 0{,}287 \text{ D}$$

Resta só verificar se o valor de D calculado por esta relação coincide com o que se determina a partir de V.

Estes peneiros empregam-se, em geral, para misturas em que os finos não tenham uma granulometria superior a 1/2" e a capacidade é aproximadamente de 200 kg por hora, por metro quadrado e por milímetro de abertura.

II — *Peneiros vibratórios e oscilatórios*

São constituídos por uma caixa cujo fundo é constituído por uma rede (fig. 4). No primeiro tipo, o movimento efectua-se numa direcção perpendicular ao plano da rede e, no segundo numa direcção paralela.

As dimensões são, aproximadamente,

$$L \sim 2 \text{ B}$$

$$H \sim \frac{B}{3}$$

O valor de h será

$$h = E H ,$$

podendo E tomar, aproximadamente, o valor usado para os peneiros rotativos. Como no caso dos peneiros rotativos, o valor de h tem de ser arbitrado, embora com valores inferiores ($h = 0{,}05$ m a $0{,}1$ m). As dimensões não devem exceder os valores $B = 0^m{,}75$ e $L = 1^m{,}50$.

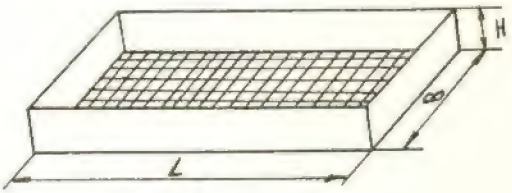


Fig. 4

O número de movimentos n por minuto varia entre 1.200 a 3.500 para os peneiros vibratórios e entre 60 e 400 para os oscilatórios.

As capacidades usuais são de cerca de 5 toneladas por hora, por metro quadrado e por milímetro de abertura, para os peneiros vibratórios e de 1 a 3 toneladas por hora, por metro quadrado e por milímetro para os escilatórios.

4 — *Potência a instalar*

Estabelecido, a partir das dimensões máximas dos peneiros, o número φ de peneiros a utilizar para a peneiração do peso P por hora, cada um terá de peneirar o peso $P_1 = \frac{P}{\varphi}$.

A potência total a empregar nos φ moinhos será

$$N = \frac{\varphi \tau_t}{75.60 \,.\, t} = \frac{\varphi \, n \, \tau_t}{4500 \sum_{i=o}^{m} \overset{(i)}{p}} \text{ (C. V.)}$$

Para o cálculo de τ_t considerar-se-á um volume

$$V_1 = a + b = \frac{1}{E} \cdot \frac{\sum_{i=o}^{m} \overset{(i)}{p}}{60\,n} \cdot \frac{P_1}{\gamma} =$$

$$= \frac{1}{E} \cdot \frac{\sum_{i=o}^{m} \overset{(i)}{p}}{60\,n} \cdot \frac{P}{\varphi \gamma}$$

A potência do motor terá de ser

$$N_m = \frac{N}{k\,\eta},$$

em que $k = 0{,}25$ a $0{,}5$ e $\eta = 0{,}8$ a $0{,}9$ como no caso dos misturadores.

B — PRÁTICA

Na prática, os cálculos que se fizeram estão sujeitos a várias restrições, que são funções, principalmente, da humidade da mistura a peneirar. As partículas muito húmidas agarram-se às malhas da rede, tapando-as, reduzindo, portanto, a área de passagem. Este facto é tanto mais pronunciado quanto menor for a abertura das malhas, pelo que a partir de uma certa finura, os peneiros não trabalham com bom rendimento. Pode fixar-se como limite de aplicação económica da separação por peneiração a finura de 20 a 35 malhas por polegada linear, mesmo para misturas secas; a partir desta finura, os cálculos feitos deixam de ser aplicáveis. À medida que a percentagem de humidade vai aumentando, os limites de aplicação vão correspondendo, evidentemente, a aberturas maiores, a ponto de ser impossível efectuar a peneiração em misturas muito húmidas, a não ser que a humidade seja tão grande que a mistura esteja em suspensão num líquido e passe através das malhas sob forma de suspensão. A peneiração feita nestas condições emprega-se, sempre como auxiliar da classificação ou da separação por densidades, como veremos.

O rendimento ξ dos peneiros pode ser referido às partículas finas ou às partículas grossas. No primeiro caso, ter-se-á

$$\xi = \frac{b - b^{(m)}}{b}$$

e, no segundo,

$$\xi = \frac{a}{a + b^{(m)}}.$$

Os valores exactos de a, b e $b^{(m)}$ são determinados no laboratório pela análise de uma pequena porção e com um tempo de agitação pràticamente infinito [1].

O valor usual de ξ é $\xi = 0{,}6$; considera-se muito bom, $\xi = 0{,}75$ e o limite prático é $\xi = 0{,}9$.

CAPÍTULO II

CLASSIFICAÇÃO E SEPARAÇÃO POR DENSIDADES

a) *Generalidades*

A classificação e a separação por densidades, baseiam-se nas diferentes velocidades de deposição de uma partícula em suspensão num fluido em função das dimensões e do peso específico.

Como se viu no estudo da mistura de líquidos, a expressão geral da resistência de um fluido ao movimento de um sólido através dele tem o valor

$$dF = \gamma_o \frac{U^2}{2g} f(N)\, dS$$

ou

$$F = \int_S (dF \mid N)\, dS,$$

sendo $\vec{N}$ o vector unitário normal à superfície dS e γ_o o peso específico do fluido.

---

[1] Na prática usa-se, por vezes, a fórmula $\xi = \left[\frac{100\,(u - o)}{u\,(100 - o)}\right]$ (ver, por exemplo, «Chemical Engineers' Handbook»), em que *u* e *o* representam, as percentagens de partículas finas, respectivamente, na mistura e no resíduo final. Esta fórmula é análoga às anteriores porque $u = 100\,\frac{b}{a + b}$, $o = 100\,\frac{b^{(m)}}{a + b^{(m)}}$ e, portanto, $\xi = \frac{b - b^{(m)}}{b}$.

Representando por α o ângulo entre dF e N, ter-se-á,

$$F = \int_s \gamma_0 \frac{U^2}{2g} f(N) \cos \alpha \, dS \, .$$

Como se sabe, N é da forma

$$N = \frac{\rho_0 U d}{\mu} \, ,$$

sendo d uma das dimensões lineares da partícula, que pode ser o diâmetro D no caso de partículas esféricas.

O valor de f (N), é como se sabe do Transporte de Líquidos,

$$f(N) = K \left(\frac{1}{N} \right)^{\delta}$$

1 — *Movimento viscoso*

No caso do movimento viscoso, (para $0{,}0001 < N < 2$) o expoente δ tem como se sabe o valor $\delta = 1$ e, portanto,

$$f(N) = \frac{K}{N} = \frac{K \mu}{\rho_0 U d}$$

A força F será

$$F = \frac{K \mu U}{2 d} \int_s \cos \alpha \, dS$$

No caso de partículas esféricas,

$$\int_s \cos \alpha \, dS = \pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4} \, ,$$

como se viu no Transporte Pneumático de Sólidos; será, portanto,

$$F = \frac{K \mu U}{2 D} \cdot \frac{\pi D^2}{4} = \frac{K \pi \mu U D}{8}$$

O valor experimental de K é $K = 24$; logo,

$$F = 3 \pi \mu U D$$

A velocidade da partícula será estacionária quando o valor de F igualar o seu peso aparente, isto é,

$$\frac{1}{6} \pi D^3 \gamma - \frac{1}{6} \pi D^3 \gamma_0 = 3 \pi \mu U D \, ,$$

sendo γ o peso específico da partícula.

Desta igualdade tira-se

$$U = \frac{D^2 (\gamma - \gamma_0)}{18 \mu}$$

2 — *Movimento turbulento*

No caso do movimento turbulento ($500 < K < 200.000$), o expoente δ é como se sabe $\delta = 0$ e, portanto,

$$f(N) = K$$

A força F será, portanto,

$$F = \frac{K \gamma_0 U^2}{2 g} \int_s \cos \alpha \, dS$$

No caso de partículas esféricas

$$F = \frac{K \pi \gamma_0 U^2 D^2}{8 g}$$

Igualando o valor de F ao peso aparente, ter-se-á,

$$\frac{1}{6} \pi D^3 (\gamma - \gamma_0) = \frac{K \pi \gamma_0 U^2 D^2}{8 g} \, ,$$

ou

$$U = \sqrt{\frac{4 g D}{3 K} \cdot \frac{\gamma - \gamma_0}{\gamma_0}}$$

O valor experimental de K é

$$K = 0{,}44 \sim 0{,}5 \, ,$$

portanto,

$$U = \sqrt{\frac{8 g D}{3} \cdot \frac{\gamma - \gamma_0}{\gamma_0}} \, ,$$

que é a fórmula de Newton, que já foi empregada no «Transporte Pneumático de Sólidos».

Tomando $K = 0{,}44$, ter-se-á

$$U = 1{,}74 \sqrt{\frac{g\,D\,(\gamma - \gamma_0)}{\gamma_0}} \; .$$

3 — *Movimento intermediário*

Quando $2 < N < 500$, não são válidas as fórmulas precedentes, e pode utilizar-se para δ o valor $\delta = 0{,}6$, sendo $K = 18{,}5$. Será portanto

$$f(N) = \frac{18{,}5}{N^{0,6}} = \frac{18{,}5\,\mu^{0,6}}{\rho^{0,6}\,U^{0,6}\,D^{0,6}}$$

Será

$$F = \frac{18{,}5\,\rho^{0,4}\,\mu^{0,6}\,U^{1,4}}{2\,d^{0,6}} \int_s \cos\alpha \, dS \; .$$

No caso de partículas esféricas,

$$F = 2{,}32\,\pi\,\rho^{0,4}\,\mu^{0,6}\,U^{1,4}\,D^{1,4}$$

Igualando ao peso aparente, será

$$\frac{1}{6}\,\pi\,g\,D^3\,(\rho - \rho_0) = 2{,}32\,\pi\,\rho^{0,4}\,\mu^{0,6}\,U^{1,4}\,D^{1,4}$$

Portanto

$$U = \frac{0{,}153\,g^{0,71}\,D^{1,14}\,(\rho - \rho_0)^{0,71}}{\rho^{0,29}\,\mu^{0,43}}$$

ou

$$U = \frac{0{,}153\,g^{0,29}\,D^{1,14}\,(\gamma - \gamma_0)^{0,71}}{\gamma^{0,29}\,\mu^{0,43}}$$

4 — *Valores diferentes de N*

Se N é superior a 200.000 o valor de K deixa de ser constante e diminui ràpidamente; este caso, porém, só tem interesse em problemas de aviação e de balística, em que as velocidades são muito grandes.

Se N é inferior a 0,0001, há certas correcções a fazer à fórmula de Stokes; mas como estes valores de N correspondem a diâmetros de partículas em geral, inferiores a 1 micron, a consideração dessas correcções não tem interesse para o problema em estudo. Considerá-las-emos na sedimentação.

b) *Classificação*

1 — *Generalidades*

De todas as expressões deduzidas anteriormente se conclui que a velocidade de deposição é tanto maior quanto maior for o diâmetro das partículas. Sendo assim, se se comunicar a um fluido com partículas sólidas em suspensão um movimento num sentido horizontal, a deposição vai-se fazendo em vários pontos, de acordo com o diâmetro das partículas (fig. 5).

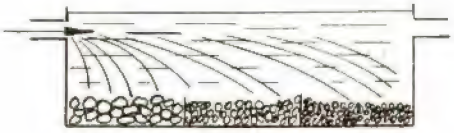


Fig. 5

Em geral, nas aplicações práticas, o movimento das partículas é turbulento e por isso a fórmula a utilizar é a de Newton. Deve notar-se que esta fórmula, quando o fluido é um gás toma a forma

$$U = \sqrt{\frac{8\,g\,D}{3}\,\frac{\gamma}{\gamma_0}} \; ,$$

como já vimos no Transporte Pneumático de Sólidos. No caso de se tomar $K = 0{,}44$, ter-se-á

$$U = 1{,}74 \sqrt{\frac{g\,D\,\gamma}{\gamma_0}}$$

2 — *Aparelhagem utilizada*

É evidente que os valores de U se referem às velocidades relativas das partículas e do fluido e, portanto, há possibilidade de auxiliar a separação, por meio de uma corrente de fluido em sentido inverso do sentido de deposição. Nestas condições, a classificação pode efectuar-se utilizando, ou não, uma corrente de fluido auxiliar. Este fluido pode ser um líquido ou um gás como já vimos.

I — *Classificação por meio de um líquido*

O líquido utilizado é em geral, a água, cuja quantidade é variável com a finura das partículas. Dum modo geral, pode admitir-se que o peso de água, é de 2 a 5 para 1, em relação ao peso da mistura. O mais aconselhável, porém, é fazer um ensaio de labora-

tório num copo, a fim de determinar a diluição mais conveniente.

A — CLASSIFICAÇÃO SEM LÍQUIDO AUXILIAR

Consiste em executar, na prática, o esquema da figura 5, podendo a remoção das partículas mais grossas ser feita por gravidade ou mecânicamente.

α) — *Remoção por gravidade*

Efectua-se no classificador de caixas. Estas caixas têm a forma de pirâmides invertidas e têm dimensões crescentes, à medida que o líquido passa (fig. 6), a fim de diminuir a velocidade progressivamente.

Para determinar, aproximadamente, as dimensões das caixas, é necessário começar por analisar o que se passa em cada uma delas. Suponhamos que a caixa está cheia de líquido e que a passagem de líquido é contínua. O andamento das linhas de corrente é o indicado na fig. 7.

A descarga da caixa pode ser tratada como o caso dos diques (Ver «Transporte de Líquidos», III parte, capítulo III). Como vimos a expressão do caudal é da forma

$$Q = 0{,}415 \sqrt{2g}\ L\ H^{3/2}$$

visto que não é preciso contar com a contracção lateral.

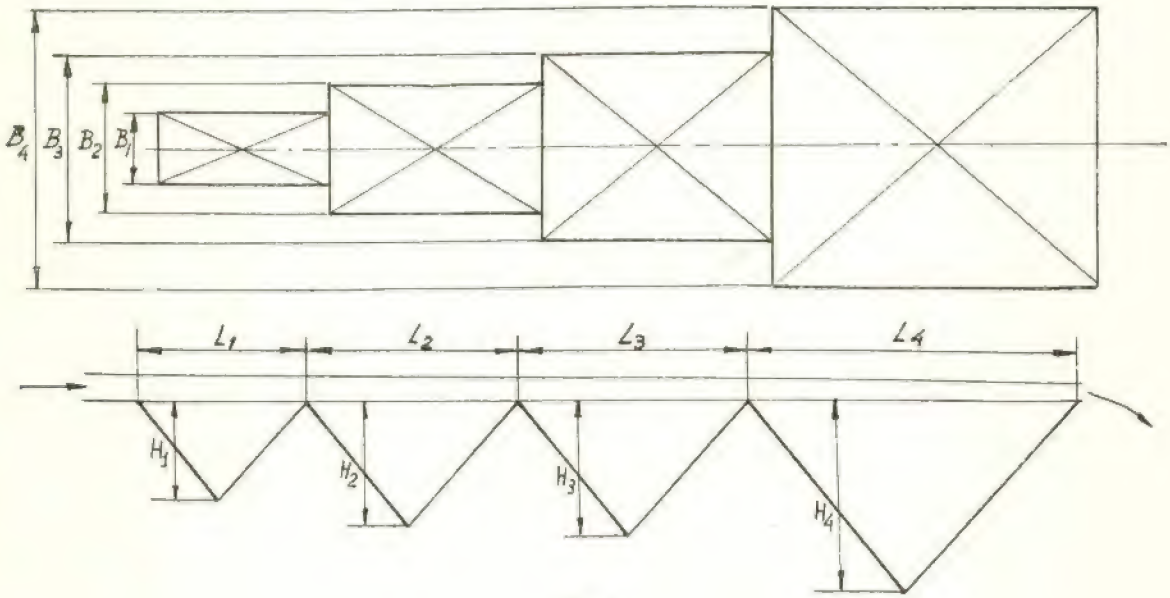


Fig. 6

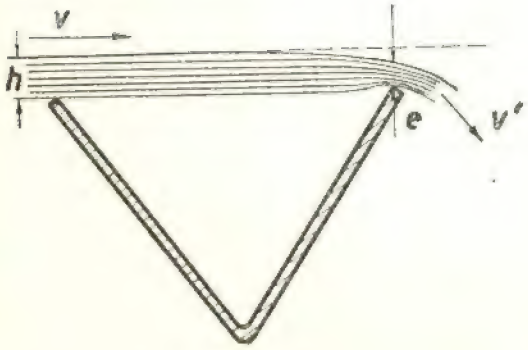


Fig. 7

Deve notar-se, no entanto que, neste caso, a velocidade inicial não é nula porque se verifica a relação

$$\frac{v}{v'} = \frac{e}{h},$$

sendo v' a velocidade média de descarga.

A expressão da velocidade v' será da forma [1]

$$v' = \sqrt{\frac{2g\,z}{1 - n^2}} = \sqrt{\frac{2g\,z}{1 - \frac{v^2}{v'^2}}}$$

ou

$$v' = \sqrt{v^2 + 2g\,z}$$

(1) Ver «Transporte de Líquidos», I parte, capítulo II.

O valor de z médio é

$$z = h - \frac{e}{2} ,$$

sendo o valor de $e \sim \frac{6}{7} h$, determinado experimentalmente.

Portanto,

$$z = h - \frac{3}{7} h = \frac{4}{7} h ,$$

$$v = v' . \frac{e}{h} = \frac{6}{7} v' ,$$

e

$$v' = \sqrt{\frac{36}{49} v'^2 + \frac{4}{7} 2g h}$$

Finalmente,

$$v' = 2{,}08 \sqrt{g h} ,$$

e

$$Q = c\, v'\, e\, B = 2{,}08\ c \sqrt{gh} . \frac{6}{7} h B =$$

$$\sim 0{,}77 \sqrt{2g}\ B h^{3/2} \text{ (1)} ,$$

sendo B a largura da caixa e c o coeficiente de vazão que, como se sabe, é c ~ 0,61.

culas, através de uma camada de líquido de altura h, isto é

$$\frac{h}{U} = \frac{L}{v} ,$$

sendo h a altura do líquido acima do ponto de descarga, L o comprimento da caixa, U a velocidade de deposição das partículas de uma dada granulometria e v a velocidade do líquido.

Para estabelecer as dimensões das caixas pode admitir-se que a relação $\frac{L}{B}$ varia entre 6 para a primeira caixa e 2 para a última. Os valores de B arbitram-se para iniciar os cálculos e verifica-se, depois, se se mantêm as proporções indicadas. Para B_1, pode começar-se por $B_1 = 0^m{,}10$.

A descarga das partículas depositadas faz-se por tubos elevados a fim de evitar uma velocidade de descarga muito grande. A embocadura destes tubos localiza-se na parte inferior das caixas e os tubos são elevados de modo à descarga se fazer num nível superior.

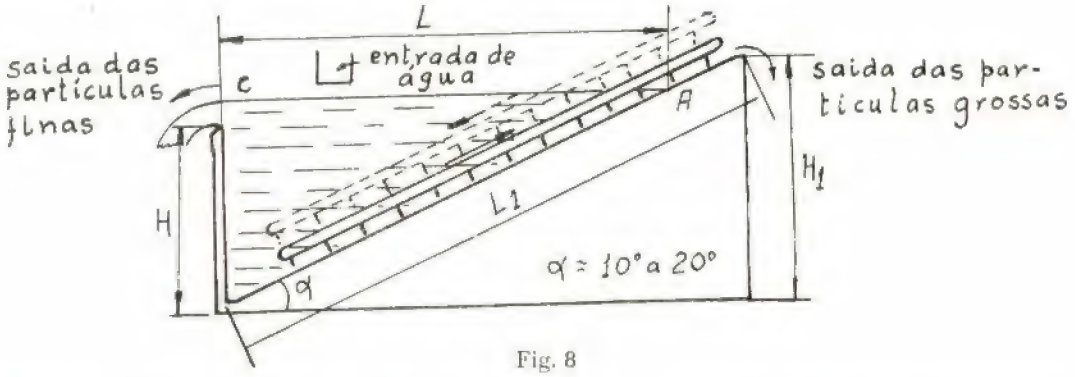


Fig. 8

Admitindo que, à entrada de cada caixa, as partículas sólidas se acham uniformemente distribuídas no liquído, o tempo de passagem da suspensão através da caixa tem de ser igual ao do percurso das partí-

β — *Remoção por meios mecânicos*

Há vários tipos de classificadores mecânicos, dos quais o mais vulgar é o classificador Dorr. É constituído por um tabuleiro inclinado no qual se lança a mistura a separar. As partículas finas saem juntamente com o líquido e as grossas que se depositam, são arrastadas para a parte superior do tabuleiro, por umas pás montadas numa barra que se move junto ao fundo, no percurso ascendente e afastada dele no percurso descendente (fig. 8). O mecanismo pode ver-se em qualquer livro descritivo.

---

(1) Se a velocidade inicial fosse nula, seria

$$v' = \sqrt{\frac{4}{7} . 2g\, h} = 0{,}758 \sqrt{2g\, h}$$

e

$Q = c\, v'\, e\, B = 0{,}395 \sqrt{2g}\ B\ h^{3/2} \sim 0{,}415 \sqrt{2g}\ B\ h^{3/2}$, como tinha sido deduzido por um processo diferente.

Não fora a visão de génio dos reis D. João I e D. João II e seus sucessores, e a confirmação do presente, estariam, provàvelmente, enxutos grande parte dos aquedutos ou, reduzidas a delgados fios, as veias que tornam possível a opulência luxuriante da vida vegetal da Ilha — a sua maior razão de ser.

Não desmerecendo de tão sábia governação acodem, prestes, os donatários e os sesmeiros a fazer aquedutos, utilizando, certamente, os conhecimentos em tal matéria dos seus criados mouros. Mais tarde, e com as terras mais divididas, seguem-lhe as pisadas grupos encabeçados por um maior, originando as associações de hereus e, por fim, o Estado, nas realizações mais grandiosas.

Ao mesmo tempo, o regime da propriedade — a colónia — tambem aqui criado e mantido até ao presente apesar dos seus defeitos, favorece a transformação agrária, pela ânsia de apego do colono liberto à nesga de terra onde criará seus filhos.

Datam respectivamente de 1515 e 1562 os documentos mais antigos sobre as levadas de Santa Luzia e dos Peornais construídas no Funchal e ainda em serviço; nesse século, empreendeu o genovês Rafael Catanho a obra de maior envergadura do tempo, que numa extensão de cinco léguas se destinaria a dessedentar o ainda sequioso Caniçal. Concluiu-a El-Rei, mas, a breve trecho, foi abandonada por ficarem os benefícios aquem dos encargos.

As doenças da Mãe-Pátria, trazidas pela sujeição a gente estranha, fazem depois abrandar o ímpeto até que, com a era do Rei Reformador, nova maré de realizações sacode o letargo em que se jazia.

E, mais não pára, a ânsia de tudo conquistar.

Estava já dominado o relativamente fácil, mas, para o mais importante, não bastava sòzinho o esforço particular, predominante até há pouco mais de um século. Sucede-se, então, o período de uma grande intervenção do Estado, na construção dos maiores aquedutos de que a Madeira foi dotada até à era do empreendimento decisivo, já em curso de realização.

Este período, começado por volta de 1830, prolonga-se até aos princípios do presente século e, embora se possa achar demasiado extenso para a obra aparente, devemos situar-nos na época para a apreciar justamente.

Pensando na exiguidade dos mais elementares meios de trabalho, nas grandes dificuldades da natureza agreste das serras, mais acentuadas nessa altura pela falta de meios de transporte e de mão-de-obra, nas menores exigências de regadio e nas vicissitudes governativas, atenua-se, e desvanece-se mesmo, o rigor da crítica a que fossemos levados.

O volume da obra realizada, não deixa ainda hoje de impressionar, se olharmos sobretudo aos tremendos obstáculos vencidos.

Sucintamente apresentamos:

LEVADAS	Época da construção	Extensão metros	Caudais actuais l/s
Levada Velha do Rabaçal	1835 a 1860	19.100	60
» Nova do Rabaçal	1849 a 1890	12.900	80
» da Fajã dos Vinháticos	1861	11.000	—
» da Serra do Faial	1877 a 1905	30.900	60
» do Furado e Juncal	Anter. a 1820	15.600	100
» da Serra de S. Jorge (*a*)	1877 a 1904	11.400	40
» da Ribeira do Inferno	1908	6.600	20
» do Monte Medonho	1908	6.200	20
		113.700	380 l/s

Os túneis perfurados totalizam 3.300 metros e vão desde 4 a 800 metros de comprimento.

(*a*) — Esta levada substituiu a da Fajã dos Vinháticos que se abandonou em virtude das suas águas passarem a abastecer a da Serra do Faial.

O APROVEITAMENTO DA ÁGUA NA ILHA DA MADEIRA

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) M. R. AMARO DA COSTA

(Presidente e Director Delegado da Comissão Administrativa dos Aproveitamentos Hidráulicos da Madeira)

C. D. 626 : 338

Iniciada a colonização da Madeira, logo reconheceram os seus primeiros povoadores que a plenitude do exepcional favor das condições do meio agroclimático, era assumida com a prática do regadio.

Assim, o demonstra, o recuado das datas da construção dos primeiros aquedutos e da instituição dos preceitos básicos para regular a distribuição das águas.

O primado da rega na economia da Ilha, marcado então na era da descoberta, aumentou lògicamente de importância com o andar dos tempos e acompanhou, a par e passo, o crescer da população.

Ocupadas, pelos primeiros que chegaram, as achadas suaves da beira-mar e dos vales de pequeno pendor, vão as terras de cultura trepando até à altitude dos 600 metros, já nas regiões das névoas, transformando as encostas numa sucessão de socalcos, só possíveis à custa do esforço gigantesco e continuado de gerações.

Podia a ladeira ser íngreme e rochosa, mas, a pertinácia do madeirense, não desistiu de modificar completamente a topografia e o agro. A área do muro por vezes pouco excederá a conquistada para a cultura, a terra buscar-se-á aqui e além, cesto por cesto, mas o «poio» acaba por aparecer e, o tom verde, não mais o desampara.

Para isso, é mister que lhe não falte a água, e estando já longe o arroio, donde era fácil e simples desviá-la, impõe-se a quem, ùnicamente pela força do seu braço, fabricou o canteiro e alcandorou o ninho nas alturas, para usufruir a generosidade da terra e a amenidade do clima, corresponda mais uma vez ao desígnio da Providência de premiar o esforço da conquista com posse de outro bem, não menos precioso, que por maravilha brota abundante e perene dos mais altos píncaros até ao mar.

A levada, de princípio pequenina, já a denotar o arrojo para mais largos voos, vai indo, sempre mais longe e mais acima, até aos escondidos e ignorados recônditos das serranias; de lá, fura as montanhas, risca ao meio as muralhas de centenas de metros de altura, debruça-se nos abismos, vence as cristas, pula nos despenhadeiros, dobra-se nos refegos das encostas, amansa-se nas chãs e, por fim, entrega-se a todos, através de uma rede vascular tão densa, que torna maravilhosa a sua chegada ao destino, mas, por vezes, em tamanha míngua que contrasta dolorosamente com tanta luta.

O interesse suscitado pela posse, tinha de reflectir-se nas providências reguladoras do uso. Fixada a doutrina básica pelos reis da descoberta, com uma clarividência tal que a tornou distinta do direito comum, sucede-se durante os séculos, até aos nossos dias, uma longa teoria de cartas de mercê, provisões, alvarás, decretos e leis numa sequência e continuidade que dificilmente encontrarão paralelo noutro ramo da nossa legislação, tanto de estranhar quanto reduzido é o âmbito da sua aplicação.

O seu fundo, em perfeita concordância com as condições do meio, consiste em reservar para as zonas baixas, de aptidão permanente às mais variadas culturas, as águas nascidas fora delas sem qualquer atenção pela propriedade das terras donde provêm.

sistema Cottrell) consiste na criação de um campo eléctrico entre as armaduras de um condensador, com uma intensidade correspondente à formação do efeito de coroa o que vai obrigar as partículas a depositarem-se sobre o electrodo ligado à terra. É evidente que o projecto de um separador electrostático não terá de ser feito por um engenheiro químico e basta conhecê-lo sob o ponto de vista descritivo o que pode ver-se, por exemplo, em «Chemical Engeneers' Handbook» de J. Perry ou em «Der Chemie-Ingenieur» de Eucken — Jakob.

BIBLIOGRAFIA

Ver artigo anterior sobre «Mistura»

substâncias de pesos específicos diferentes por métodos análogos aos da classificação.

Suponhamos, então que todas as partículas têm um diâmetro D e que os pesos específicos das partículas a separar são, respectivamente γ_1 e γ_2. As velocidades de deposição serão, portanto,

$$U_1 = 1{,}74 \sqrt{\frac{gD(\gamma_1 - \gamma_0)}{\gamma_0}}$$

e

$$U_2 = 1{,}74 \sqrt{\frac{g\,D\,(\gamma_2 - \gamma_0)}{\gamma_0}}$$

Suponhamos que $\gamma_1 > \gamma_2$ (e, portanto $U_1 > U_2$) e ainda que as partículas têm diâmetros diferentes D_1 e D_2.

As velocidades serão

$$U_1 = 1{,}74 \sqrt{\frac{D_1(\gamma_1 - \gamma_0)}{\gamma_0}}$$

e

$$U_2 = 1{,}74 \sqrt{\frac{D_2(\gamma_2 - \gamma_0)}{\gamma_0}}$$

Se $D_1 > D_2$, o valor de U_1 é necessàriamente maior que U_2 mas se $D_1 < D_2$ os valores relativos de U_1 e U_2 dependem do conjunto de valores γ_1, D_1, γ_2 e D_2. Em particular, as velocidades de deposição serão iguais quando

$$D_1(\gamma_1 - \gamma_0) = D_2(\gamma_2 - \gamma_0)$$

Se se pretende que U_1 seja maior que U_2, terá de ser

$$D_1(\gamma_1 - \gamma_0) > D_2(\gamma_2 - \gamma_0)\ ,$$

ou

$$D_2 < D_1 \cdot \frac{\gamma_1 - \gamma_0}{\gamma_2 - \gamma_0}$$

Quere dizer, portanto, que se o diâmetro mínimo das partículas mais densas for D_1, o diâmetro máximo das partículas menos densas terá de ser inferior a $D_1 \dfrac{\gamma_1 - \gamma_0}{\gamma_2 - \gamma_0}$.

Estabelecido este valor de modo a obter diferenças de velocidades apreciáveis, é evidente que a separação por densidades exige, prèviamente, uma peneiração de modo que todas as partículas tenham diâmetros compreendidos entre D_1 e D_2. Esta peneiração faz-se sobre a própria suspensão, o que tem a vantagem de impedir que fiquem partículas agarradas às malhas das redes.

Na prática, a deposição é sempre impedida, para reduzir as dimensões da aparelhagem. Os dispositivos mais utilizados na prática são o chamado peneiro hidráulico e a mesa Willley, que não descreveremos porque são assuntos que se referem especialmente à Engenharia de Minas e, além disso, vêm descritos nos livros sobre este assunto.

CAPITULO IV

SEPARAÇÃO MAGNÉTICA

Consegue-se colocando um íman num local do percurso (como, por exemplo, em calhas de descarga) ou fazendo passar a mistura por um pequeno transportador de correia em que a roda terminal é constituída por um íman. Nestas condições os pedaços de ferro são descarregados num ponto diferente da restante substância (fig. 11).

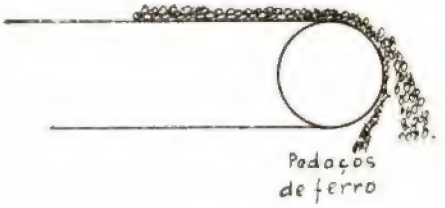


Fig. 11

É evidente que o engenheiro químico não terá de projectar separadores deste tipo e limitar-se-á a consultar casas especializadas.

CAPITULO V

SEPARAÇÃO ELÉCTRICA DE POEIRAS

O sistema de separação eléctrica de poeiras (conhecido, também, pelo nome de

Em geral, a potência varia entre 1 a 25 CV.

B — CLASSIFICAÇÃO COM LÍQUIDO AUXILIAR

Os tipos de aparelhos podem variar mas, fundamentalmente, são em forma de duplo cone (fig. 9).

A mistura a separar entra pela parte superior do cone interior, as partículas gros-

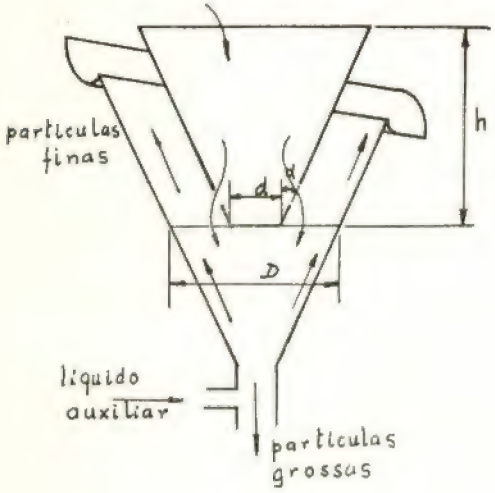


Fig. 9

sas caem pela parte central e os finos saem pelo espaço compreendido entre os cones.

A velocidade da água é determinada pela expressão geral

$$U = 1{,}74 \sqrt{\frac{g\,D\,(\gamma - \gamma_0)}{\gamma_0}}$$

A secção compreendida entre os cones deve ser tal que a velocidade do líquido tenha o valor achado, isto é

$$\frac{\pi\,(D^2 - d^2)}{4}\,U = Q$$

Pode fazer-se $D \sim 3\,d$, $h \sim 4\,D$ e $\alpha \sim 30^\circ$. Quanto ao valor de Q, o cálculo deve ser feito em relação às partículas finas, visto que só interessa a suspensão destas a partir do ponto de encontro das correntes descendente e ascendente.

II — *Classificação por meio de um gás*

O gás é, em geral, o ar, a não ser que se trate da classificação de qualquer mistura inflamável e nesse caso é necessário utilizar um gás inerte (gás de gasogénio, azoto, etc.). Os aparelhos utilizados são, também, do tipo de duplo cone, a mistura é lançada pela parte superior do cone central e o gás entra pela parte inferior aspirado pelas pás de um rótor montado na parte superior do cone de dentro. A velocidade do gás determina-se pela fórmula usual

$$U = 1{,}74 \sqrt{\frac{g\,D\,\gamma}{\gamma_0}}\,,$$

A quantidade de gás estabelece-se segundo as normas indicadas no transporte pneumático de sólidos e as dimensões são fixadas de modo a que o gás adquira a velocidade U (fig. 10).

Pràticamente, a secção atravessada pelo gás é a compreendida entre a placa distribuidora e a parede da caixa. Será, portanto,

$$Q = \frac{\pi\,(D^2 - d^2)}{4}\,U\,,$$

sendo

$$D \sim 1{,}5\,d \text{ a } 2\,d\,, \quad \alpha \sim 30^\circ \text{ e } H \sim d\,.$$

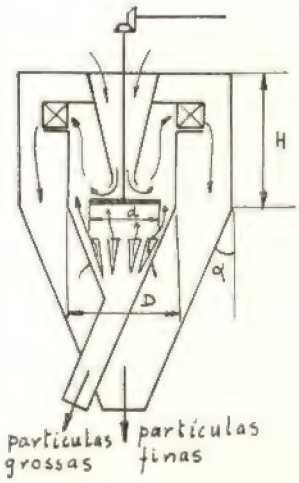


Fig. 10

c) *Separação por densidades*

A expressão da velocidade de deposição mostra que é possível fazer a separação de

O movimento da barra provoca uma certa agitação no líquido que favorece a suspensão das partículas mais finas; e, quanto maior for a agitação, maiores serão as partículas que podem ficar em suspensão, visto que não só a velocidade do líquido aumenta, como também aumenta o seu peso específico aparente.

A deposição, feita nestas condições, tem o nome de deposição impedida, visto que as partículas em suspensão vão dificultar a deposição das partículas mais finas. É, no entanto, difícil relacionar a velocidade da barra, com o peso específico aparente e com o diâmetro das partículas que se depositam.

Por isso, para determinar as dimensões, pode fazer-se um raciocínio aproximado que, embora não corresponda rigorosamente à realidade, permite, pelo menos, estabelecer uma base de cálculo. De facto, pode admitir-se grosseiramente que, na camada superior, o líquido está em relativo repouso e que, portanto, nessa camada, se dá a deposição livre das partículas finas. Logo que estas partículas atingem a região em que a agitação do líquido é maior, são arremessadas de novo, para a parte superior; como, por outro lado, na parte mais funda do classificador a agitação do líquido é grande não há inconveniente em que as partículas que partem do ponto A, atinjam o ponto mais baixo, visto que nesse ponto, são arremessadas para a parte superior e saem em suspensão no líquido. Estabelecendo que o tempo de deposição das partículas deve ser igual ao do percurso do líquido desde A até C, ter-se-á

$$\frac{H}{U} = \frac{L}{v}$$

Mas

$$H = L \operatorname{tg} \alpha$$

Portanto

$$\frac{U}{v} = \operatorname{tg} \alpha ,$$

sendo

$$v = \frac{6}{7} v' = 1{,}78 \sqrt{g h} ,$$

e

$$h = \left[\frac{Q}{0{,}77 \sqrt{2g}\, B} \right]^{2/3}$$

O valor de B, na prática, varia entre $0^m{,}45$ e 5^m e todos estes valores devem ser conjugados de modo que o ângulo α tenha o valor $\alpha = 10^o$ a 20°.

Para completar o estudo do problema, resta acrescentar os seguintes pontos:

1.º) Os valores de H e L não ficam determinados, pelas relações anteriores. A sua determinação é feita a partir das dimensões cómodas dos classificadores, podendo estabelecer-se $H = B$ para classificadores pequenos e $H = \frac{B}{2}$ para classificadores grandes.

2.º) O valor de α é tanto menor quanto maior for a finura atingida na separação visto que o valor de U diminui com o diâmetro das partículas.

3.º) O número de movimentos das pás varia entre 10 a 30 por minuto, sendo tanto menor quanto menor for a finura das partículas finas. Se o grau de finura que se obtém não é o desejado, deve reduzir-se o número de movimentos.

4.º) A potência do motor calcula-se como se se tratasse de um transportador de pás.

Como se sabe[1],

$$N = \frac{F\, v}{75} ,$$

sendo

$$F = \frac{P_1 L_1}{3600\, v} (\operatorname{sen} \alpha + \mu \cos \alpha)$$

e P_1 o peso de partículas grossas a retirar por hora.

Portanto

$$N = \frac{P_1 L_1}{270.000} (\operatorname{sen} \alpha + \mu \cos \alpha)$$

Para μ pode tomar-se o valor $\mu = 0{,}7$ e para L_1, $L_1 = 1{,}25\, L$.

A potência do motor será, como habitualmente,

$$N_m = \frac{N}{k\, \eta} ,$$

sendo

$$k = 0{,}05 \text{ a } 0{,}2$$

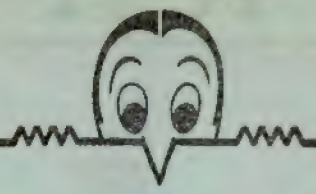
e

$$\eta = 0{,}8 \text{ a } 0{,}9$$

---

(1) «Transporte Mecânico de Sólidos nas Instalações Industriais».

OS VÁRIOS TIPOS DE CUPRINOL



		ALGUNS USOS
30-4 CUPRINOL INCOLOR PARA MADEIRAS	*Para a protecção das madeiras, contra os ataques fungosos, escaravelhos, besoiros e formiga branca.*	*Soalhos* *Móveis* *Lambris* *Parquets* *Rodapés* *Corrimãos* *Artigos de sport* *Molduras* *Embalagens de uso constante, etc.*
30-6 CUPRINOL CASTANHO PARA MADEIRAS	*Emprega-se em todas as madeiras que tenham de ser polidas, envernizadas ou enceradas. Estes dois tipos de Cuprinol, admitem também a pintura.*	
30-5 CUPRINOL VERDE PARA MADEIRAS	*É geralmente o tipo que se emprega nas construções. Este tipo de Cuprinol, pode ser adquirido em todas as agências ROBBIALAC, únicas autorizadas a vende-lo ao litro. Qualquer destes tipos de Cuprinol pode usar-se por imersão ou aplicado à brocha Convém sempre dar duas demãos de Cuprinol, a segunda demão antes de estar sêca a primeira.*	*Vigamentos* *Forros de tetos* *Parte inferior dos soalhos* *Caixilhos* *Portas, Empenas* *Celeiros, Latadas* *Currais, Portões* *Bardos, Cavalariças* *Postes de madeira* *Carrosseries* *Bancos dos jardins* *Estufas, etc., etc.*
30-7 30-8 SÓ PARA IMUNIZAR LONAS, CORDAS, ETC.		
30-10 30-11 PARA IMUNIZAR E IMPERMEABILIZAR LONAS, CORDAS, COBERTURAS, TOLDOS, ETC.	*Os tipos de Cuprinol usados na última guerra, para tratamento de sacos, coberturas, etc.*	*Toldos* *Panos agrícolas* *Tendas militares, etc.*
30-14 CUPRINOL VERDE PARA REDES DE PESCA	*Este tipo de Cuprinol tem merecido as mais entusiásticas referências da classe marítima. As redes e linhas de pesca, tratadas a Cuprinol duram 6 vezes mais que quando tratadas com outros produtos.*	*Cordas* *Lonas e todos os artigos de fibras vegetais.*

O CUSTO DO CUPRINOL NUMA CONSTRUÇÃO REPRESENTA UMA VERBA INSIGNIFICANTE, NÃO BASTA MENCIONAR NOS CADERNOS DE ENCARGOS O USO DO CUPRINOL. É PRECISO ESTAR ATENTO A QUE NÃO SE EMPREGUEM IMITAÇÕES.

A SECÇÃO CUPRINOL oferece-lhe assistência grátis

SOCIEDADE ROBBIALAC, LIMITADA

15, RUA NOVA DO CARVALHO // LISBOA // Telefones: 27000. P. B. X. 32929

ESTIRAGEM

AGENTES EM PORTUGAL
AHLERS, LINDLEY, LDA., RUE BERNARDINO COSTA, 13—2° & 3° LISBOA

THE MANGANESE BRONZE & BRASS CO. LTD
HANDFORD WORKS, IPSWICH TELEPHONE IPSWICH 2[illegible]7 TELEGRAMS BRONZE IPSWICH

Se acrescentarmos às obras do Estado as de iniciativa particular, incluindo nestas as que receberam ajuda decisiva do Erário Real, encontraremos para o conjunto uma extensão de canais, certamente, não inferior aos 1.000 quilómetros, repartidos por um número aproximado de 200 unidades. Imaginando, agora, o que caberá aos ramais e lanços de rega, chega-se quase a duvidar da sua possibilidade de existência em tão minguado espaço.

O conjunto formado pelas obras de irrigação, adaptação ao regadio e instituição dos mais variados processos de dar água à terra, constitui um capítulo da maior grandeza e generalidade no campo da hidráulica agrícola; nenhum o iguala, certamente, na Terra Portuguesa e poucos se lhe compararão na estranha no aspecto especial que o caracteriza.

E, no entanto, tamanha obra, devida totalmente à capacidade de realização dos portugueses, é desconhecida da sua maioria.

* * *

A Ilha da Madeira, tem na direcção leste-oeste uma extensão de 57 quilómetros e não alcança mais do que 22 na máxima largura.

Nos 150 quilómetros em que se desenvolve o seu perímetro raramente as terras descem suavemente até ao mar.

As costas são cortadas a prumo em alturas que atingem os 600 metros provocando aí o estreitamento da zona agrícola e habitável que, só na vertente Sul e em manchas restritas de excepcional exposição e topografia, atinge maior altitude.

No norte, em cujo litoral predomina a escarpa alta, a encosta que se lhe segue é por vezes tão áspera que se atingem os 1.500 metros acima do mar, quando apenas nos afastamos 3.000 da sua beira.

As torrentes sucedem-se por todo o litoral em cortes profundos de centenas de metros, e sem maior afastamento do que de outras escassas centenas.

A orografia, fortemente vincada em toda a Ilha, apresenta contudo diferenciação nítida nos três maciços principais que a constituem.

O oriental, o de mais reduzidas proporções em área e altitude, é encimado pelos picos do Larano e da Coroa a 750 metros sobre o mar e prolonga-se para leste, baixando e adelgaçando progressivamente, até terminar no ilhéu do farol de S. Lourenço.

O maciço central, o mais importante de todos e aquele em que o fenómeno erosivo atingiu o máximo da violência e do espectacular, vai desde a ribeira de Machico à ribeira Brava.

A crista do maciço vai subindo suavemente desde a altitude de 600 metros da Portela de Machico, que o liga ao maciço oriental, para os 1.600 metros das Achedas do Arieiro, mas, chegada aí, sobe ràpidamente mais duzentos metros, ao mesmo tempo que infiete em três quilómetros para o Norte, até culminar, a 1.860 metros acima do mar, no Pico Ruivo de Santana.

A cumeada principal, agora em crista eriçada de picos, volta novamente para oeste, desce aos 1.000 metros de altitude na Encumeada de S. Vicente e torna a subir para o maciço ocidental. Aí expande-se na mancha planáltica do Paul da Serra, com a área aproximada de 20 km2 e uma altitude média de 1.500 metros, cortada, para norte, em encosta íngreme e depois em escarpa a prumo, e prolongada, para o sul, com maior suavidade.

Para o poente, ou melhor para noroeste, o Paul bifurca-se em duas encumeadas — a da Calheta e a do Fanal — entre as quais se abre o fosso do curso de água mais extenso da Ilha, a ribeira da Janela.

Da crista dominante outras divergem menos altivas, segundo as direcções desconcertantes do capricho da erosão ao cavar os maiores rasgões da Ilha, em cujos leitos se despenham as torrentes, em aguagens de centenas de metros e tão próximas, por vezes, que a espessura das paredes que as separam pouco excederá a sua altura.

É a região dos caldeirões do Grande Curral e Serra de Água, das Fajãs da Nogueira e dos Vinháticos, de cujas achadas a vista, para se evadir ou admirar o sol a dourar os picos ou, a alvura imaculada que por

vezes os cobre, tem de altear-se por mais de mil e duzentos metros na prumada.

O sumário da descrição muito àquem do que importava referir, justifica, mesmo assim, a fraca proporção dos 225 km2 da área da zona agrícola para os 728 km2 da superfície total da Ilha.

Se notarmos que a primeira compreende ainda, casas, ruas, levadas, ribeiras, e os muros dos socalcos, num total de cerca de 16 por cento da área aproveitada para as culturas, e que mais de 19 por cento são ocupadas por matos, pinhais e ervagens, maior será a admiração de viverem, fundamentalmente da produção da terra, as 275.000 almas da sua população.

Para isso, desempenha a água de rega papel de primacial importância.

Só com ela se podem obter, por hectare, produções anuais de 15 toneladas de batata doce e outro tanto de batata redonda e de 50 toneladas de banana, as elevadas produções de primores e as mais estranhas e inconcebíveis consociações e compassos de plantação.

Ceifa-se o trigo e já lá fica, bem enraízada, a batata doce; e a parreira, pode até ensombrar o tomateiro, para não haver dúvidas da necessidade de obrigar a terra a tudo dar.

Não há descanso no poio que tenha sol e água.

Para fazer subir os preços da terra e da água, o poder de compra do emigrante endinheirado junta-se à procura dos locais.

Chega-se a ultrapassar os 60$00 por metro quadrado rústico, assiste-se, com maior frequência do que seria de esperar, à espórtula de 5$00, e mais ainda, por um metro cúbico de água para regar, e vê-se adquirir a propriedade de uma pena (0,0168 l/s), por 14 e 15 contos.

Aqui, só o espaço e o nível de vida da maioria, são pequenos; tudo mais foge à escala vulgar.

São os panoramas incomparáveis de beleza ou de esmagadora grandeza geológica; os contrastes da doçura climátiea da beira-mar com o de rudeza alpestre das serras, e o da secura estival no litoral do sul com o da grande pluviosidade na zona alta e na vertente norte; a abundância e perenidade inconcebíveis dos mananciais; as distâncias reais e os desníveis a vencer entre pontos que quase se tocam; a pulverização de canteiros e casais pelas encostas ou subindo em rosário pelas fiadas dos lombos; a variedade cultural que abrange tão diversos climas; a ausência prática das estações como limite da frutificação; a extraordinária produtividade das terras regadas; o regime e valor da propriedade da terra e da água; o recurso permanente ao esforço físico para as mais elementares exigências da vida e, por fim, a enorme riqueza demográfica.

* * *

O esforço das gerações de cinco séculos, conseguiu dar aproveitamento efectivo a um caudal de 2.900 l/s que se distribue a um total aproximado de 15.000 hectares, através duma imensa e emaranhada rede de irrigação.

Em regime de regadio completo poder-se-ia, com aquela água, satisfazer apenas as necessidades de uns escassos 8.400 hctares de área útil, ou sejam uns 10.000 hectares, se lhe juntarmos a área social.

O regadio completo pratica-se, no norte, onde a abundância das chuvas estivais o chega a dispensar e, no Sul, apenas em pequenas manchas; a maior área é beneficiada com o regadio imperfeito, pouco distinto do sequeiro, em muitos casos.

O receio do insucesso de uma época inteira de canseiras para conseguir o minguado sustento que a contingência da chuva torna crítico, explica, fàcilmente, que o agricultor sem água própria, recorra ao extremo de pagar, por quanto se lhe exija, a gota salvadora do prejuízo total.

As disponibilidades totais das nascentes elevam-se a 5.120 l/s na estiagem; o caudal médio anual pode computar-se em 7.200 l/s

Deste modo, os terrenos sobrepostos às nascentes, não obstante o pequeno desenvolvimento de planuras propícias à infiltração das águas pluviais, desempenham o papel de uma albufeira regularizadora com a capacidade de 225×10^6 m^3 — maravilha mal

entrevista, mas, a mais valiosa de quantas a Madeira possue.

A área dos terrenos que podem considerar-se bacia de recepção das nascentes, incluindo uma grande percentagem das encostas que não contribuem para a sua alimentação, estima-se em 570 quilómetros quadrados, cada um dos quais dará um contributo médio de 12,6 l/s durante o ano, e que localmente chega a atingir 50 a 60 l/s.

A pluviosidade média anual nessa área é da ordem dos 1050 mm, com um máximo local de 4.100 mm; o volume médio afluente atinge 600×40^6 m^3.

Em zonas restritas, e anos secos, a absorpção é quase total e não andará longe dos 90 % da chuva caída; a absorpção média representada pelo volume escoado pelas nascentes é de 37 % da água. afluída à bacia.

A comparação do disponível com o aproveitamento indica a existência de uma larga margem de possibilidades; notando o precário da irrigação e ausência prática da produção energética fàcilmente se ajuíza do âmbito da aplicação.

Aproveitamento hidráulico da Madeira

Construção de levadas

A insuficiência da iniciativa particular para vencer os enormes interesses criados e as beliscaduras, mais ou menos acentuadas, nos preceitos básicos, impõe a criação da mecânica jurídica e operante, já em marcha, para alcançar objectivo traçado de pôr ao serviço da comunidade todas as disponibilidades de considerar.

Dos 2.900 l/s, dominados pela pertinácia

de cinco séculos, intenta-se passar, no período de dois lustros, com a construção e reparação de 350 quilómetros de canais, para 4.135 l/s, generalizando o regadio completo a mais 42 % da área que disso podia ser objecto com o caudal já aproveitado; pretende-se passar, do quase nada, para a satisfação total das necessidades da Ilha em energia, pondo à sua disposição, para breve, uma potência de 2205 kW na estiagem com 4.515 kW instalados a elevar, quando for oportuno, respectivamente, para 4.700 e 10.500 kW ou seja o quádruplo da que dispõe a central térmica abastecedora do Funchal.

Ficarão, portanto, sem aproveitamento cerca de 1.000 l/s, mas, a sua disseminação pelo perímetro da Ilha, com acentuado predomínio na costa norte, conduz à impraticabilidade de os desviar para as extensas manchas que na vertente sul terão de permanecer privadas de água.

Sòmente para algumas emergências existentes no litoral do Sul será de encarar a

Aproveitamento hidroagrícola da Madeira — Caniçal

Trabalhando na levada à vista do Caniçal. Ao fundo avista-se a Ponta de S. Lourenço
A levada está a 215 metros acima do nível do mar

utilização, em especial, para o abastecimento das populações por ser o uso mais compatível com os dispêndios inerentes ao processo de elevação a que tem de recorrer-se. A exploração das reservas subterrâneas das terras situadas acima dos limites da irrigação, é de duvidosa viabilidade em virtude de parecer que o seu esgoto se faz pràticamente pelos rasgões de centenas de metros de altura levados pela erosão até ao interior dos maciços; os trabalhos em curso permitir-nos-ão, no entanto, precisar os ensinamentos sugeridos pela observação.

O custo da realização da totalidade das obras hidroagrícolas e da primeira fase das hidroeléctricas, baseado nos preços da empreitada em curso, orçamentos dos projectos concluídos e estimativas para os restantes atingirá:

110.000 contos

Aproveitamentos hidroagrícolas

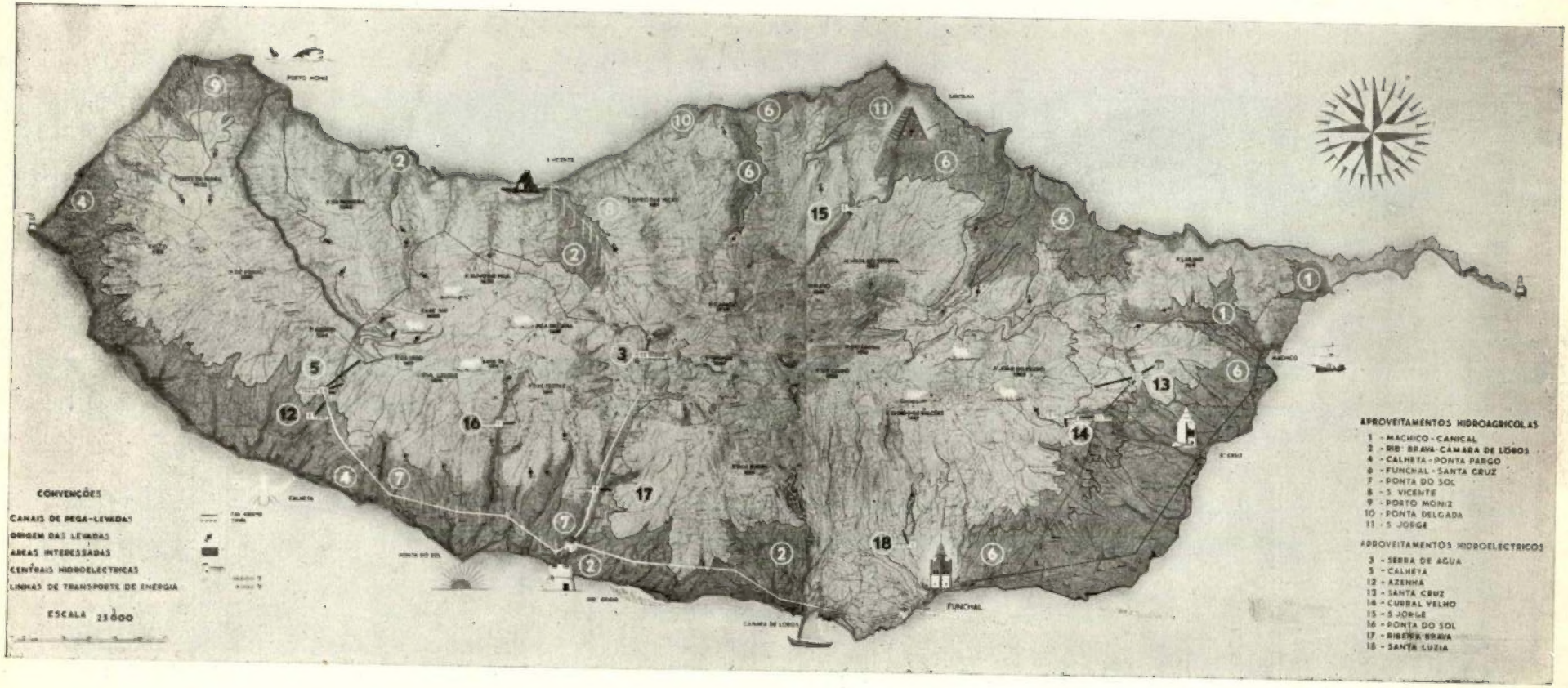
(Plano geral)

N.º de ordem	Designação	Áreas		Caudais a captar de novo	Canais a construir e a reparar
		Levantadas ha	A beneficiar ha.	l/s	km
	1.ª fase				
1	Machico — Caniçal . . . . . (Em construção)	—	313	90	25
2	Ribeira Brava — Câmara de Lobos . . . . (Em construção)	3.150	1.472	435	70
4	Calheta — Ponta do Pargo . . . . . (Projecto em aprovação)	4.150	1.000	295	70
	2.ª fase				
6	Funchal — Santa Cruz . . . . . (Projecto em conclusão)	7.700	970	285	125
7	Ponta do Sol . . . . . (Projecto em estudo)	2.500	200	60	20
8	S. Vicente . . . . . (Levantamento concluído)	200	35	10	5
9	Porto do Moniz . . . . . (Levantamento em curso)	—	120	35	20
10	Ponta Delgada	—	20	5	5
11	S. Jorge	—	70	20	10
	Somas	17.700	4.200	1.235	350

Aproveitamentos hidroeléctricos

(Plano geral)

N.º de ordem	Designação	Quedas m.	Potências referidas ao Funchal	
			Estiagem kW	Instalada kW
	1.ª fase			
	(Projectos em aprovação)			
3	Serra de Água	430	1.200	2.580
5	Calheta			
	Paul da Serra	629	450	1.040
	Rabaçal	315	265	450
	Rocha Vermelha	181	290	445
	Linhas de transporte de energia a 30.000 volts — 38 km Subestação do Funchal.			
	2.ª fase			
	(Aproveitamentos reconhecidos)			
12	Azenha (anteprojectada)	200	280	1.340
13	Santa Cruz			
	1.º escalão . . . . . (energia estival)	200	85	85
	2.º escalão	90	70	110
14	Curral Velho			
	1.º escalão	210	315	730
	2.º escalão	100	35	60
15	São Jorge	280	155	310
16	Ponta do Sol	500	350	780
17	Ribeira Brava . . . . . (Temporária)	420	1.200	2.580
18	Santa Luzia . . . . . (A reconhecer)	—	—	—
	Linhas de transporte de energia a 6.000 volts — 6 km			
	Soma		4.695	10.510


CONVENÇÕES
CANAIS DE REGA-LEVADAS
ORIGEM DAS LEVADAS
AREAS INTERESSADAS
CENTRAIS HIDROELECTRICAS
LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA
ESCALA 1/25000
APROVEITAMENTOS HIDROAGRICOLAS
1 - MACHICO - CANICAL
2 - RIB. BRAVA-CAMARA DE LOBOS
4 - CALHETA - PONTA PARGO
6 - FUNCHAL - SANTA CRUZ
7 - PONTA DO SOL
8 - S. VICENTE
9 - PORTO MONIZ
10 - PONTA DELGADA
11 - S. JORGE
APROVEITAMENTOS HIDROELECTRICOS
3 - SERRA DE AGUA
5 - CALHETA
12 - AZENHA
13 - SANTA CRUZ
14 - CURRAL VELHO
15 - S. JORGE
16 - PONTA DO SOL
17 - RIBEIRA BRAVA
18 - SANTA LUZIA
FUNCHAL
CALHETA
PONTA DO SOL
CAMARA DE LOBOS
MACHICO
S. VICENTE
PORTO MONIZ

Nos termos legais, os beneficiários das obras, reembolsarão a totalidade do dispêndio ao mesmo tempo que adquirem a propriedade das águas distribuídas.

Contando com as áreas irrigadas pelas levadas pertencentes ao Estado cujos arrendatários passarão a usufruir direitos idênticos aos dos novos beneficiários, o custo das obras de rega por hectare efectivamente irrigado será:

15.500$00

As obras hidroeléctricas, todas intercaladas nas hidroagrícolas por não se dispor de água bastante para as tornar independentes, terão, por conseguinte, as centrais situadas no limite superior da irrigação, dos 550 aos 650 metros de altitude.

O custo do kW instalado, incluindo o preço das linhas de transporte de energia das centrais da Serra de Agua e da Calheta para o Funchal, um grupo totalmente de reserva na primeira central e a participação no custo das levadas de captação será da ordem dos

10.000$00

* * *

A breve indicação do custo, suscita a revelação do benefício esperado, pelo menos com o aspecto parceiro da elucidação.

Para a área abrangida pelo plano computam-se, em base modesta, os valores da produção actual e futura nas mãos do agricultor, respectivamente, em 128.200 e 194.300 contos portanto, com um aumento de 66.100 contos, ou seja um acréscimo de 51,5 % sobre o actual.

Viu-se que, na generalidade, se trata de eliminar as deficiências do actual regadio e, apenas em manchas localizadas, haverá a transformação total de sequeiro.

Para a definição comum do aumento de produção por hectare, podemos admitir que a melhoria seria idênticamente obtida com a passagem de sequeiro para regadio de uma área abastecida com os caudais captados de novo e, então, o aumento de valor da produção, por hectare útil, será de

18.750$00

O valor médio da produção unitária, em regime de sequeiro, para toda a área do plano pode computar-se, generosamente, em

2.000$00

O índice de aumento 9,3, apesar de ser um mínimo, evidencia sobejamente o alto benefício a esperar da realização do empreendimento e esclarece o interesse dominante do madeirense pela água de rega.

Atesta-o, ainda mais, o apontamento do índice 100 que na época actual se pode obter sem dificuldade com a passagem de sequeiro para a cultura de bananeiras e que justifica custos de adaptação dos terrenos da ordem dos 500 contos por hectare.

E não se receie a ocorrência de superproduções de difícil escoamento.

A importação anual, passante de trinta mil toneladas de cereais e outros produtos alimentares, denota cabalmente a existência actual de um «deficit» alimentar que atinge principalmente as classes laboriosas.

Crescendo a população há-de agravar-se a situação, e, mesmo que a válvula da emigração atenue o mal, estará sempre assegurado o sucesso da obra com o recurso, na escala apropriada, da adopção das culturas de primores e outras que graças às condições climatéricas excepcionais da Ilha podem abastecer os mercados externos, sem receio da concorrência.

Não haverá mesmo que demorar muito o emprego de tal recurso, pois que a melhoria da pobreza alimentar de muitos madeirenses, apenas será possível com a produção de qualidade superior e de maior preço, para trocar com maiores quantidades de outros

MÁRMORES

aos melhores preços
Em todas as aplicações

IIII

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

IIII

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

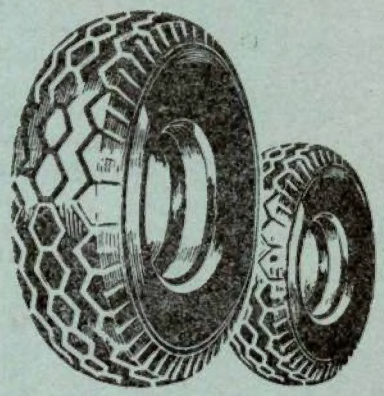
MABOR

Pneus
e
câmaras
de ar

MABOR

Produção da

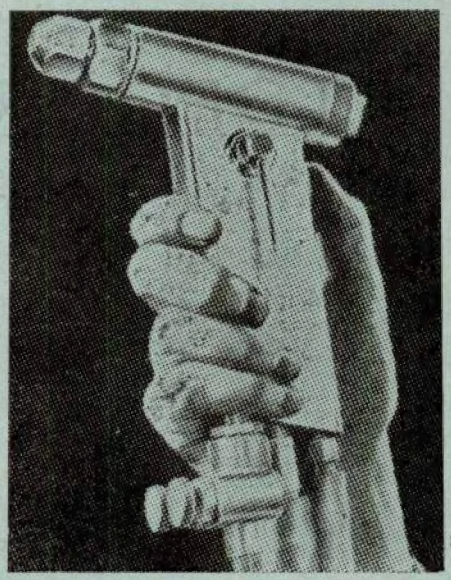
Manufactura
Nacional
de Borracha



O processo **Schori** evita por forma completa a corrosão do ferro e aço. Além de ser o método mais rápido de pulverização metálica é também o menos dispendioso.

Sem recorrer ao emprego de mão de obra especializada pode aplicar-se uma camada de zinco com a espessura de 0.076 mm à velocidade de 23 metros quadrados por hora.

Metais, borracha sintética, resinas sintéticas, ebonite e materiais termoplásticos de vários tipos podem ser aplicados pelo Processo **Schori** projectando-os sob a forma de pó sem fazer uso de dissolventes e produzindo uma camada homogénea.



Schori
METALLISING PROCESS Ltd

AGENTES:

António Pacheco Agostinho, L.da

RUA AUGUSTA, 75, 1.º D.

Telef. 2 5833 LISBOA

FERNANDO VASCO COSTA

TABELAS PARA O CÁLCULO DO BETÃO ARMADO

2.ª EDIÇÃO

Ampliada pelo autor e revista por CARLOS KRUS ABECASIS

Melhorias introduzidas nesta edição:

— Adaptação do texto e das tabelas às novas prescrições regulamentares.
— Verificação de todos os valores dos coeficientes das tabelas por processos independentes dos usados ao estabelecê-los.
— Um novo capítulo destinado à avaliação e à verificação rápida de secções de betão e de armaduras.
— Alargamento dos limites de muitas tabelas.
— Inclusão de 23 novas tabelas, mais 44 páginas e vários quadros e figuras.

A venda nas Livrarias e na TÉCNICA

PREÇO: **100$00** Desconto de 10 % aos assinantes da TÉCNICA

TOPOGRAFIA GERAL

PELO ENG.º CARVALHO XEREZ

CONTENDO FOTOGRAFIA
FOTOGRAMETRIA
ELEMENTOS DE GEODESIA
E ASTRONOMIA GEODESICA

Preço do 1.º volume, encadernado 150$00

Desconto de 10 % para assinantes

EDIÇÃO DA

TÉCNICA